N° 1 1942

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : L. OLIVIER (1890-1920).

DIRECTEURS : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937), R. ANTHONY (1937-1941).

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Dr Gaston DOIN, 8, Place de l'Odéon, Paris (VIe)

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Notice sur M. Emile Picard de l'Académie française.

Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

La mort de notre éminent collaborateur Emile PICARD est ressentie profondément par ses nombreux disciples, et à ce titre, peut-on dire, par toute l'Ecole mathématique française.

Collaborateur de la première heure à la *Revue Générale des Sciences*, Emile PICARD depuis 1912 faisait partie de son Comité de rédaction où sa perte sera lourdement ressentie.

Le Maître disparaît alors que la paix semble décidée à s'écarter. Mais, comme pour la rappeler, l'Œuvre demeure, propice à renouer les liens d'hier entre tant d'activités aujourd'hui dispersées.

A certaines périodes, s'installe en la Mathématique un ordre nouveau. Après les puissantes impulsions de Descartes, de Pascal et de Fermat, les œuvres de Newton et de Leibniz créent un régime presque permanent dont une large part subsistera jusque chez Lagrange et chez Laplace. Ce sont des ensembles de ce genre qu'enregistre objectivement l'histoire. On y mesure l'importance relative des apports et leur situation mutuelle dans la constellation d'un petit nombre d'esprits vraiment créateurs.

Le nom d'Emile PICARD se place à côté de celui d'Henri Poincaré au premier plan d'un groupe de ce genre. Est-il superflu de dire bien nettement l'ampleur presque illimitée des champs d'action de chacun d'eux? Elle n'a peut-être aucun terme de comparaison, si ce n'est dans la foule des artisans qui s'essayent aujourd'hui en des chapitres bien localisés de la Mathématique. A tous, cette puissance apporte simplification et lumière.

Quelques aspects de la Mathématique française contemporaine ont été brièvement esquissés dans le présent recueil [1]. En cherchant à dépeindre ce que le récent paysage mathématique comporte de mouvant, on rencontre les courants qui tiennent en irrigation continuelle la théorie générale des fonctions, dans son acception la plus large, la plus actuelle et la théorie générale des ensembles avec les préoccupations géométriques si fortement greffées sur elle dans sa Thèse mémorable par Henri Lebesgue (28 juin 1875-26 juillet 1941).

On aperçoit entre ces courants beaucoup d'*idées motrices*, favorables à un aménagement meilleur des terrains de fondation. Elles proviennent souvent des contacts mathématico-logiques, mais cela n'est pas exclusif; d'autres proviennent des contacts mathématico-physiques : témoin l'influence, sur la Géométrie, des théories relativistes.

En revenant vers des régions centrales où les riches acquisitions de la théorie des fonctions côtoient la théorie des nombres, un des plus beaux échantillons de la *découverte mathématique* s'offre dans le double théorème d'Emile PICARD sur la distribution à l'infini des valeurs d'une fonction entière ou la distribution des valeurs d'une fonction $f(z)$ uniforme, au voisinage d'un point singulier essentiel, que ce point soit ou non limite de pôles, mais pourvu qu'il se laisse isoler dans un domaine où règne, partout ailleurs, la méromorphie ou l'holomorphie de $f(z)$.

1. T. LI, 1940-1941, n° 5, p. 116-122.

Comme l'indique l'étude citée, il était impossible, même à l'apparition d'un tel progrès, de le localiser en un point du paysage. L'étincelle éclatant à la manière d'un éclair ramifié a réuni, sur la toile où les séparaient d'irréductibles distances. les notions que le résultat présuppose.

En 1876, Weierstrass avait montré, au voisinage du point essentiel la faculté pour $f(z)$ d'approcher arbitrairement toute valeur donnée à l'avance. Emile PICARD, par sa communication à l'Académie des sciences du second semestre de l'an 1879, dépasse considérablement ce résultat. Il n'est plus question d'approximation : $f(z)$ prendra, très exactement toutes les valeurs, en exceptant au plus deux d'entre elles.

Ici se présente un élément tout nouveau, la limitation des valeurs exceptionnelles, à une époque où, pour les cas de mise en défaut d'une propriété, *l'idée motrice de raréfaction*, aujourd'hui monnaie courante, ne s'était pas encore manifestée dans les théories analytiques dûment constituées.

Ces révélations sur les fonctions uniformes comptent parmi les événements les plus émouvants de l'histoire de la pensée « La théorie des fonctions entières, écrit M. Gaston Julia, reçoit par cette découverte une prodigieuse impulsion. Laguerre a introduit la notion *de genre*, Poincaré établit une relation entre la croissance du module maximum $M(r)$ et d'une part, le genre, d'autre part, l'allure asymptotique des coefficients de Taylor »[1].

En 1896, dans le cas particulier des fonctions entières, M. Emile Borel démontra le théorème de Picard, par des Considérations élémentaires relatives aux fonctions holomorphes et aux fonctions croissantes.

Depuis lors, les conquêtes annexes sont innombrables. Elles ont enfanté les techniques les plus variées. Celle des familles normales de fonctions, que M. Paul Montel a développée à la suite des travaux des italiens Arzela et Ascoli sur les fonctions également continues, s'est révélée, en divers champs un puissant moyen d'action. Cette méthode qualitative a été exploitée, de 1919 à 1921, par M. Gaston Julia, en vue d'un prolongement remarquable au théorème de Picard. Aujourd'hui, après bien des étapes intermédiaires et à la suite des travaux dus aux géomètres suédois R. Nevanlinna et R. Ahlfors, la théorie s'est engagée dans des voies très nouvelles orientées vers l'étude purement topologique des surfaces de Riemann attachées à des fonctions méromorphes[1].

Depuis un demi-siècle, le théorème de Picard n'a donc cessé de constituer un pôle d'attraction considérable. Et autour de lui, se sont forgés des instruments d'une portée universelle.

Mais ce n'est pas seulement dans cette voie que le Maître a engagé l'avenir mathématique de nombreux disciples et arrière-disciples. Ses mémoires de 1890 et 1893 au Journal de Jordan ont doté l'Analyse de l'un des instruments de recherche les plus souples, les plus puissants, dont elle dispose aujourd'hui pour la résolution effective des problèmes transcendants des plus variés. Ce moyen d'action si souvent efficace, bien que son application a dit l'Auteur, comporte des modalités délicates, est *la méthode des approximations successives*, dont les itérations réussissent déjà en théorie des fonctions implicites; elle est devenue l'une des armes les plus courantes de la théorie des équations différentielles ordinaires, pour divers types de problèmes aux limites; elle s'adapte à l'étude des équations aux dérivées partielles, et notamment en Physique mathématique, pour le second ordre à des problèmes appropriés concernant, les uns des équations de type elliptique, d'autres des équations de type hyperbolique, pourvu qu'on soit dans des conditions convenablement spécifiées. Pour le type elliptique, se trouvent ainsi atteintes les propriétés des solutions de l'équation $\Delta u = ke^u$, dont bénéficie la théorie des fonctions automorphes. La méthode des approximations successives est également usitée dans des questions conduisant à des équations intégrales ou intégro-différentielles, à des problèmes fonctionnels des types les plus divers[1]. C'est le principe même de cette méthode, qui combiné avec l'invariance d'une fonction harmonique par médiation a permis à Henri Lebesgue, en 1912, d'obtenir la solution du problème de Dirichlet par une suite indéfinie de médiations réitérées : somme toute il s'agissait d'approximations successives faites sur une équation intégrale. A cette occasion, on pourrait dire que le principe des approximations successives était déjà dans le fameux mémoire d'Henri Poincaré sur la méthode du balayage appliquée au problème de Dirichlet. Mais ce n'était là qu'un cas particulier, et il appartient pleinement à Emile PICARD d'avoir présenté un principe méthodologique général et nouveau, avec ses vastes conséquences, sous les espèces les plus larges possibles.

Une grande attention a été consacrée par Emile PICARD aux équations intégrales. C'est à lui qu'est due la condition nécessaire et suffisante pour qu'une équation intégrale linéaire de première espèce à limites fixes admette une solution (*Rendiconti di Palermo*, t. 29, 1910). C'est à lui qu'on doit également d'avoir attiré l'attention sur ce fait que les résultats de la théorie de Fredholm ne s'étendent pas aux équations intégrales de seconde espèce dont le champ d'intégration, tout en demeurant fixe, est infini, et d'avoir présenté à ce sujet un exemple fort instructif (C. R., 13 oct. 1910).

Tout cela se reliait intimement, pour l'illustre géomètre, à ses profondes recherches sur les problèmes aux limites de la Physique mathématique, problèmes auxquels la méthode des approximations successives nous a déjà permis de faire allusion.

1. On pourra compléter ces indications sommaires par la lecture du fascicule XX du *Mémorial des Sciences mathématiques*.

1. Voir le fascicule XXVIII du *Mémorial des Sciences mathématiques*; les fascicules I et V des cahiers Julia.

On sait que la théorie des fonctions algébriques d'une variable avait été amorcée par Puiseux, Briot et Bouquet, ainsi que par Hermite. On pouvait, dans ce champ particulier, faire l'étude globale de la fonction, et obtenir les propriétés de ses intégrales indéfinies, aussi bien que de leurs fonctions inverses. Ces recherches avaient abouti à des résultats qui apparurent plus faciles à coordonner lorsque Riemann imagina d'attacher à chaque fonction algébrique $y(x)$ vérifiant une équation entière irréductible de degré n en y une surface constituée par n feuillets plans superposés, reliés par des lignes de passage qu'on obtient grâce à une jonction convenable des points critiques. La surface étant ainsi devenue connexe, et de plus rendue fermée par un abandon du plan complexe en faveur d'une représentation sur une sphère inverse, on peut la rendre simplement connexe par un système de coupures à *une surface simplement connexe*. Dans cette voie, a été mise en évidence la notion de *genre* d'une courbe algébrique, entier qui demeure inaltéré lors d'une transformation birationnelle de la courbe.

Les généralisations de cette notion aux surfaces algébriques présentaient un rare degré de difficulté, il fallait les orienter dans des voies toutes nouvelles. C'est grâce aux résultats qu'il avait obtenus relativement aux groupes discontinus de transformations linéaires et aux liaisons algébriques entre les fonctions qui demeurent invariantes par les transformations de l'un de ces groupes qu'Emile PICARD réalise les conditions favorables à l'exploration de ce domaine alors si mystérieux. « Par une analyse pénétrante et profonde, écrit encore M. Gaston Julia, il fonde la théorie moderne des fonctions algébriques de deux variables. Il leur découvre des caractères sans équivalent dans les fonctions algébriques d'une variable; notamment le rôle des *intégrales de différentielles totales algébriques* de *première* ou *deuxième* espèce qu'une surface algébrique ayant suffisamment de singularités peut seule posséder; il caractérise par un entier $\rho \geqslant 1$, le nombre des courbes logarithmiques possibles des intégrales de troisième espèce; il introduit le *genre géométrique* (nombre des périodes intégrales doubles de première espèce), calcule le nombre des intégrales doubles de deuxième espèce et de leurs périodes distinctes ».

Grâce à ces découvertes, Emile PICARD a constamment inspiré la belle école italienne de géométrie algébrique, école aujourd'hui ramifiée dans de nombreux pays [1]. Cela n'accroît il pas encore ce regret, fréquemment exprimé, de constater l'absence d'une branche bien française de la géométrie dans l'ensemble des chaires magistrales de notre haut enseignement?

La place manquerait ici pour une étude, même sommaire, de l'Œuvre dans son ensemble. Du moins devons-nous mentionner les progrès dont l'intégration logique lui est redevable, au sujet des équations différentielles linéaires, où il a prolongé le point de vue si fécond de Galus pour les équations algébriques.

PICARD a très souvent cotoyé Poincaré, mais en conservant sa pleine autonomie. La théorie des fonctions harmoniques envisagée dans ses relations avec celle des fonctions analytiques, le problème de l'uniformisation de ces dernières et à son occasion même, la Topologie, base indispensable de la théorie des fonctions complexes figurent au nombre de leurs préoccupations communes. On doit y joindre tout ce qui touche aux méthodes directes (appelées aussi qualitatives) d'intégration des équations différentielles. Sans doute, Poincaré a-t-il pris une part plus active à la Physique proprement dite. Sans doute, également, PICARD a-t-il eu finalement plus d'influence sur l'évolution générale de l'Analyse mathématique et de ses méthodes

L'intérêt qu'il a porté à toutes les branches de la Science sans exception est considérable, comme en témoignent ses écrits mathématiques proprement dits et son œuvre si suggestives d'historien des Mathématiques pures, de la Mécanique et de la Physique. Son art de faire revivre le passé n'est pas sans rapport avec la faculté spéciale qu'il avait de s'extérioriser et cette élégance naturelle qui donnait tant de charme à son enseignement oral. Toutes les notices qu'il a écrites sur divers savants restent inégalables. Celle qu'il a consacré à Jules Tannery est un monument fidèle et impérissable à la mémoire d'un grand analyste dont l'influence, loin de se cantonner en ses écrits s'exerça par son action à l'Ecole normale et par le tour d'esprit philosophique dont elle est marquée.

PICARD intégrait l'ensemble de tous les progrès scientifiques importants. Comme il le fit le 5 juillet 1899 dans sa célèbre conférence à l'Université de Clark, il a pu prophétiser à coup sûr; en y exposant l'extension de l'idée de fonction pendant le XIX[e] siècle, il a brossé un tableau vraiment saisissant, où se dessinent les amorces des voies préférées de la récente période. Comme il a rendu justice à Tannery, il l'a fait à René Baire et à Pierre Duhem.

Son âme a été par essence une âme généreuse, prompte à se dévouer, prompte aussi à voir auprès d'une erreur momentanée, ce qu'elle touche d'utile et de fécond. Et c'est ce qui en achève l'imposante grandeur.

Georges BOULIGAND.

1. Voir le fascicule IX des Cahiers Julia et le traité Picard-Simard sur les fonctions algébriques de deux variables.

ÉVOLUTION ET RETOUR AUX FORMES ANCESTRALES

Evolution d'un caractère dans un phylum[1]

La loi d'irréversibilité de l'évolution peut s'énoncer ainsi : *Quand, dans les stades successifs d'un phylum, un caractère ou un organe disparaît, il disparaît définitivement. Dans la suite, il arrive que ce caractère ou cet organe réapparaisse mais il est de nouvelle formation, il n'est qu'analogue et non identique au caractère ou à l'organe disparu.*

Exemples de retours ancestraux.

Un exemple chez les animaux peut illustrer cet énoncé : les ancêtres reptiliens des **oiseaux avaient des dents**, les premiers oiseaux avaient hérité de ce caractère. Peu à peu leurs descendants l'ont perdu. La seule trace se manifeste par un épaississement analogue à une crête dentaire chez certains embryons. Le sens de l'évolution a été incontestablement vers la disparition des dents. Dans la suite de l'évolution du rameau des oiseaux, une organisation à rôle dentaire se présente chez certains d'entre eux comme les Harels (*Mergus*) mais elle est formée d'une autre façon. Les dents ne sont pas de véritables dents comme celles des premiers oiseaux, ce sont des expansions du bec corné.

Nous dirons que la présence des dents est primitive, leur disparition évoluée, leur réapparition « surévoluée ». Le type surévolué rappele le caractère ancestral mais ne lui est pas identique.

De même, pour prendre un exemple dans le groupe des **Gymnospermes, le cotylédon** de type A primitif est plus ou moins pointu; le cotylédon de type B plus évolué est échancré ou bifide, puis les deux pointes se soudent et donnent le type surévolué C plus ou moins pointu qui ressemble ainsi à A. Il semble qu'il y ait retour à une forme primitive mais, en réalité, A est haploxylon (un seul faisceau libéro-ligneux) alors que C est diploxylon (deux faisceaux). Il y a analogie de forme des deux organes mais non identité de structure.

De même, dans les **feuilles de Sapin**, il est possible que le type pointu d'*Abies Pinsapo* soit primitif alors que le type fortement pointu de *A. bracteata* soit surévolué; le type échancré d'*A. pectinata* étant évolué.

Prenons un dernier exemple chez les **Ammonites**. On sait combien ce groupe, qui est remarquablement connu dans son histoire géologique, a été précieux pour établir les lois de l'évolution. Mazenot (1940)[2] montre qu'un groupe : celui des *Palaehoplitidae* dérive des *Périsphinctidae*, groupe dépourvu de sillon et à côtes ininterrompues. L'évolution se fait par l'apparition du sillon dorsal qui interrompt les côtes. Puis dans les groupes plus évolués, on voit disparaître le sillon, ce qui paraît un retour au type ancestral. En réalité, bien que le sillon ait disparu, les côtes restent interrompues; ce n'est donc pas rigoureusement un retour au type ancestral : c'est un type « surévolué » (voir fig. 2).

Le caractère cyclique de l'évolution.

Il semble que le nombre de formes possibles soit limité et, quand une série a épuisé ses disponibilités de variation, elle repasse par des formes analogues aux premières mais non identiques.

Une très belle illustration de cette question est fournie par l'**évolution florale des Phanérogames**. Il est accepté par beaucoup d'auteurs que les formes primitives ont de nombreuses pièces florales et que l'évolution se fait vers la réduction de leur nombre. Ainsi les *fleurs mâles des Conifères* ont de nombreuses étamines : elles sont primitives. Par diminution du nombre on peut arriver au type de fleur de Saule qui n'a que deux étamines. Mais alors on voit les diverses fleurs se réunir en une inflorescence serrée ; le châton, qui ressemble à une fleur de Conifère : c'est le type surévolué.

Dans les groupes qui ont des pétales, les fleurs primitives sont grandes, ont de nombreuses pièces florales séparées. L'évolution se fait par la soudure de ces pièces et la réduction de leur nombre et de leurs dimensions. Ainsi la fleur de Nénuphar est primitive, la fleur de Campanule est évoluée. Si on regarde ce qu'on appelle vulgairement *fleur de Reine-Marguerite* on croit y voir de nombreux pétales blancs formant une couronne, à l'intérieur une masse jaune ressemblant à de nombreuses étamines, à l'extérieur il semble y avoir de nombreux sépales verts. L'ensemble est de grande taille, les pièces ne sont pas soudées, l'allure extérieure est celle d'une fleur primitive. Pour peu qu'on examine de près, on s'aperçoit que chaque soi-disant pétale est une fleur, que chaque soi-disant étamine est une fleur complète, que chaque soi-disant sépale est une bractée.

Il n'y a pas une grande fleur mais un grand nombre de petites fleurs. Chacune est évoluée ;

1. Phylum : rameau phylétique : suite des espèces qui descendent les unes des autres.

2. MAZENOT (G.) : La « loi » d'accélération phylogénique ou de la précession des caractères (loi de A. Pavlow). *Bull. mensuel de la Soc. Linnéenne de Lyon.*, 1940, pp. 75-80, Lyon.

elle est gamopétale, à étamines en partie soudée, à un seul cappelle et de petite taille. Elle se groupe avec d'autres en un « capitule » qui prend l'allure d'une grande fleur primitive.

Cet exemple montre que le retour ancestral n'est qu'une grossière apparence dans certains cas.

La fleur de Nénuphar est primitive, celle de Campanule est évoluée, le capitule de Reine-Marguerite est surévolué. Cela fait une sorte de cycle.

Mais on peut aller plus loin et voir une succession de cycles. Ainsi, les ancêtres de la *famille des Euphorbiacées* avaient des fleurs hermaphrodites. Dans la famille le caractère dicline est très marqué mais des résidus du sexe absent montrent le caractère ancestral. L'évolution se poursuit suivant la loi habituelle par la soudure progressive des pétales ou des sépales, par la diminution du nombre des pièces florales. On voit les étamines passer de cent à une; on voit les carpelles diminuer en nombre. On obtient des fleurs mâles extrêmement évoluées qui n'ont plus qu'une étamine portée par un pédoncule dans le prolongement du filet.

On voit alors des formes où les fleurs mâles réduites à une étamine se réunissent, simulant les étamines d'une fleur simple. Une enveloppe les entoure avec des sortes de pièces florales. Cette inflorescence qui comprend souvent aussi une fleur femelle réduite à ses carpelles ressemble tellement à une fleur que les anciens auteurs s'y sont trompés. On l'appelle une *cyathe*. Les pièces ressemblant à un périanthe peuvent être appelées « *pericyathe* ».

La cyathe est la forme surévoluée formant faux-retour ancestral.

Sur les cyathes on voit alors une évolution semblable à celle des fleurs. On peut parler de cyathes primitives à nombreuses fleurs mâles, à péricyathe dont les pièces sont séparées : c'est le type de certaines Euphorbes. Puis on voit les pièces se souder, comme chez *Synadenium*; puis la cyathe devenir irrégulière comme chez *Pedilanthus*.

Le nombre de pièces diminuant, on passe des cyathes primitives aux cyathes évoluées. On assiste alors au groupement de ces cyathes formant des « *incyathescences* » qui rappellent plus ou moins des fleurs primitives. C'est le type surévolué.

On peut imaginer un nouveau cycle. L'incyathescence primitive sera formée par de nombreuses cyathes avec des bractées externes colorées comme cela se passe chez *Euphorbia verrucosa*. L'ensemble ressemble de très loin à une fleur primitive. On peut concevoir l'évolution par diminution du nombre de cyathes, mais ici les stades sont hypothétiques et il faut nous arrêter.

En examinant cette sorte d'évolution cyclique : fleur, cyathe incyathescence, on constate que le stade primitif d'un cycle apparaît pendant que se forme le stade surévolué du cycle précédent.

Il semble que la surévolution, qui correspond à la réduction ou la perte d'un caractère, laisse une place libre dans laquelle vient s'installer le caractère primitif du stade suivant.

Si on représente graphiquement ces divers cycles (fig. 1) on constate que les courbes représentant chaque cycle chevauchent les unes sur les autres. On voit aussi que, à un degré d'évolution apparent représenté par l'ordonnée de a_1, correspondent des valeurs a_3, b_1, b_3, c_1, c_3, de même degré d'évolution apparent et qui pourtant sont bien différentes comme signification évolutive. Pour rappeler l'exemple cité plus haut, la feuille pointue des Sapins peut avoir des significations bien différents suivant les espèces et on conçoit que cela puisse entraîner de graves difficultés d'interprétation.

L'exemple des organes floraux des Euphorbiacées n'est pas le seul où on puisse ainsi montrer des cycles successifs. Il est possible, par exemple, que la structure anatomique des tiges soit passée successivement de formes complexes à des formes simples surévoluées; ces formes simples ont pu se souder pour donner des structures compliquées qui se sont simplifiées à leur tour. Il y a là toute une série de questions qui feront l'objet d'une autre étude.

Pour l'instant la forme cyclique est indiquée et pour résumer on dira : *Lorsque l'évolution d'un caractère se termine par sa disparition ou sa forte réduction, un nouveau cycle peut se produire pour un caractère analogue mais non identique.* Le nombre de possibilités est peut être limité comme le nombre de corps simples de la chimie et, selon une boutade bien connue « il semble que la Nature manque d'imagination ». Tous les phénomènes de convergence et de relaiement des groupes ont des rapports avec ces questions.

Ainsi l'épanouissement des *Reptiles secondaires* avec leurs types marchants, courants, sautants, rampants, nageants, volants, fut suivi par celui des *Marsupiaux* qui ont pris les mêmes adaptations puis par les *autres Mammifères* chez qui on retrouve la même variété.

Tout ceci est en rapport avec une certaine forme cyclique de l'histoire mais, comme pour l'histoire humaine, le perpétuel recommencement n'est pas absolument un recommencement.

De tous ces faits bien connus on peut conclure qu'il n'y a pas de vrai retour ancestral ni de vrais cycles.

Pour chaque caractère on peut distinguer trois phases : primitive, évoluée, surévoluée. La phase primitive est souvent une phase d'acquisition du

caractère, la phase évoluée une phase de possession, la phase surévoluée une phase de disparition.

Dans chaque cycle, quand il y en a plusieurs, les mêmes phases se présentent, il suffit donc d'étudier un cycle. C'est ce qui sera fait dans la suite, en supposant que le phylum ne comporte qu'un cycle.

Evolution d'un caractère dans un individu.

Ayant ainsi acquis une opinion sur l'évolution des caractères au cours de la vie d'un phylum, voyons ce qui se passe dans la vie de l'individu.

3° Après les travaux de Mazenot et en formulant d'une façon analogue aux propositions précédentes on peut ajouter : *Quand le caractère est en voie de disparition, donnant une apparence de retour ancestral (caractère surévolué), ce retour s'observe d'abord chez l'adulte.*

En effet Mazenot dans l'exemple des *Palaehoplitidae* voit disparaître le sillon chez l'adulte alors qu'il existe encore chez le jeune. La figure ci-contre résume les résultats de Mazenot (fig. 2)[5].

4° D'autre part, à propos de l'action des blessures, j'ai proposé (1940)[3] l'hypothèse que l'état évolutif d'un organe, à un moment donné, est la résultante de deux actions inverse de type hormo-

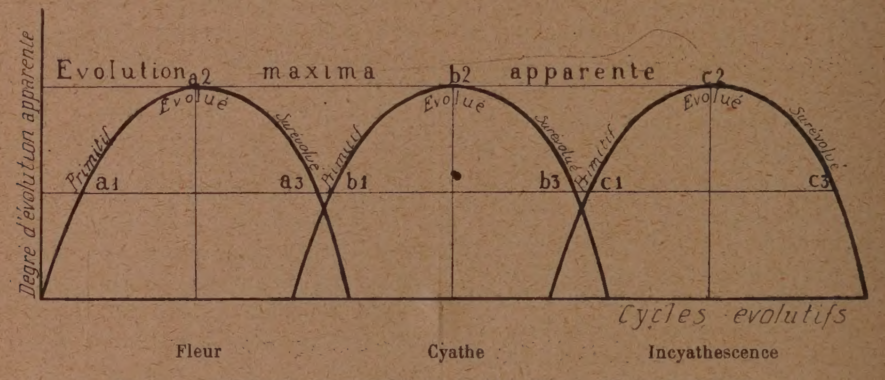


Fig. 1, — L'évolution polycyclique des organes floraux des Euphorbiacées.

Dans cette Revue ont déjà été discutée deux aspects de la question[3].

Je rappelle les opinions émises :

1° *Un caractère susceptible d'évolution apparaît plus évolué chez le jeune que chez l'adulte. Le jeune indique donc la future évolution* (1937).

Comme le fait remarquer Mazenot (1940)[2], cette opinion reprend l'idée du géologue russe A. P. Pavlow (1901)[4] qui avait peu attiré l'attention des biologistes. J'avoue l'avoir ignorée jusqu'à l'article de Mazenot[2]. On appelle cette loi : loi d'accélération phylogénique ou de précession des caractères.

2° *Quand le caractère a atteint dans l'espèce son évolution maxima, le jeune n'apprend plus rien à son sujet* (1937)[3].

Après ce qui vient d'être dit ci-dessus, il faut spécifier qu'il s'agit de l'évolution maxima apparente et non du type surévolué.

nal. L'une : l'influence sexuelle représente la tendance ancestrale, l'autre : l'influence végétative représente la tendance évolutive.

En conclusion était formulée l'hypothèse suivante :

Il est possible... que chaque espèce d'un phylum possède une influence ancestrale en quantité limitée, limitée sur le graphique... par une courbe *s*. Les espèces successives du phylum sont peut-être déterminées par des valeurs différentes de l'influence évolutive. La ligne *v* qui représente l'influence évolutive se déplacerait vers la droite au cours de l'évolution du phylum.

La figure 01 ci-contre (partie gauche de la figure 3) montre la disposition indiquée pour *s* et pour *v*. C'est la figure 1 de l'article de 1910 simplifiée[6] et à laquelle est ajouté un axe O'Y' qui limite à gauche la surévolution.

Je crois qu'il faut ajouter que, dans les parties

3. Gaussen (H.) : Jeunesse et évolution. *Revue Gén. des Sciences pures et appliquées*, t. XLIII, 1937, n° 11, pp. 293-299, Paris.

Id. : Blessures, hormones et évolution. *Id.*, t. LI, 1940, n° 1, pp. 17-23, Paris.

4. Pavlow (A.-P.) : Le crétacé inférieur de la Russie et sa faune. *Nouveaux mémoires de la Soc. impériale des naturalistes de Moscou*, t. XVI, livr. 3, 1901, Moscou.

5. Dans la figure 1 de l'article de 1937 (3), cette proposition apparait d'elle-même si on suppose que le haut de la figure du dessus de l'ordonnée qui porte la mention « *Espèce évoluée* », correspond à la surévolution. On voit que le jeune est évolué et l'adulte surévolué.

6. L'influence sexuelle croissante se compte de O vers la gauche. L'influence végétative croissante se compte de O vers la droite. La courbe R est la résultante de *s* et de *v*.

âgées du phylum, (fig. 02 et 03) dans la figure 3 l'influence ancestrale s doit diminuer à l'état adulte pendant que v augmente. La courbe s deviendrait ainsi de moins en moins sinueuse, l'état adulte ramenant de moins en moins la courbe s vers la gauche.

D'autre part, il paraît conforme aux faits de dire que la jeunesse, qui précède l'état fertile, devient de plus en plus longue au cours de l'évolution du phylum. Les points homologues sur les courbes représentatives des diverses espèces ne sont pas sur des parallèles à l'axe OX mais sur une oblique ou mieux sur une courbe montante; la fin du phylum étant obtenue par l'absence de maturité sexuelle.

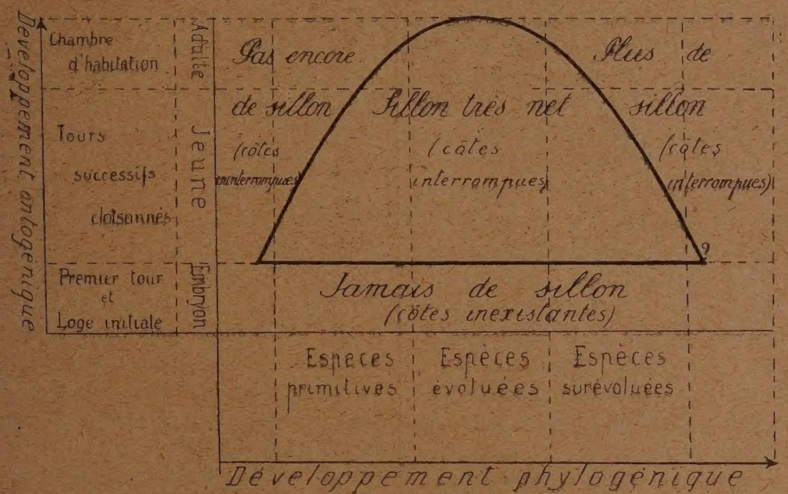


Fig. 2. — Schéma de l'évolution des caractères de la région externe chez les Palaehoplitidae tithoniques et berriasiens Schéma de MAZENOT (1940) simplifié.

Dans ces conditions les courbes successives sont disposées comme l'indique le dessin (fig. 3) :

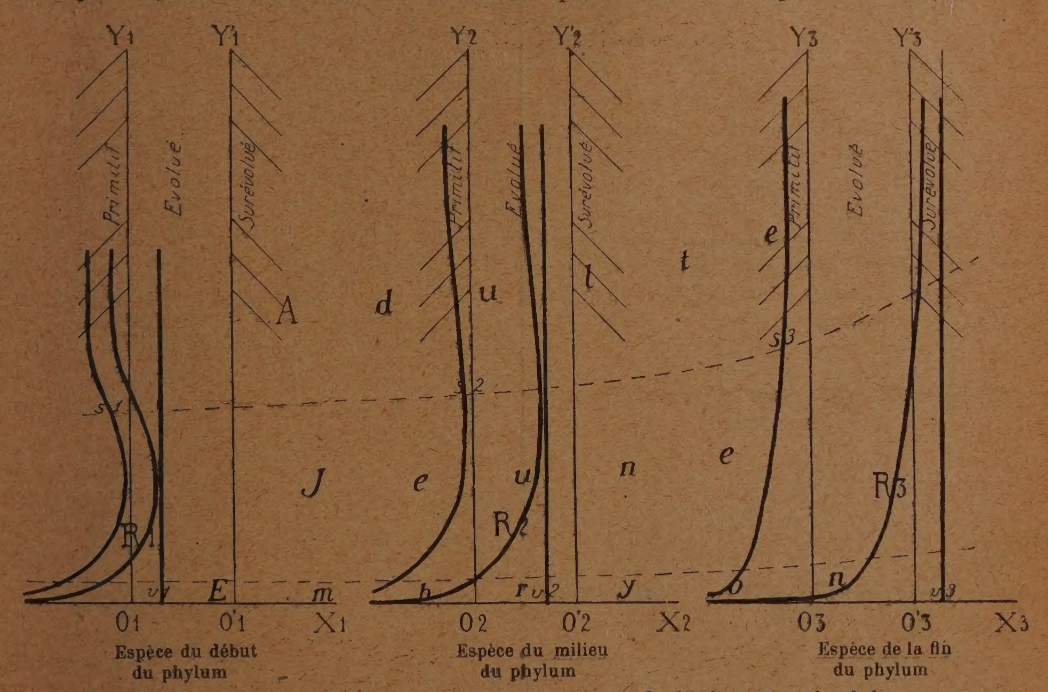


Fig. 3. — Caractères d'évolution chez l'individu au cours du développement du phylum.

— Le graphique 01 correspond à une espèce du début du phylum où le caractère est peu évolué : O_1v_1, est faible. La courbe s_1 est sinueuse et ra-

mène la résultante R_1 à gauche de O_1Y_1 à l'état adulte. Seule la jeunesse a le caractère évolué placé à droite de O_1Y_1.

— Le graphique O_2 correspond à une espèce du milieu du phylum où le caractère est évolué : O_2v_2 est assez grand mais inférieur à $O_2O'_2$. La courbe s_2 est peu sinueuse. La résultante R_2 reste à droite de O_2Y_2 sauf aux stades embryonnaires. Adulte et jeune possèdent le caractère évolué. Le jeune n'apprend rien sur l'évolution future.

— Le graphique O_3 correspond à une espèce de la fin du phylum où le caractère commence à prendre le type surévolué simulant un retour ancestral : O_3v_3 est supérieur à $O_3O'_3$. La courbe s_3 n'est plus sinueuse du tout et la résultante R_3 passe à droite de l'axe $O'_3Y'_3$. L'évolution future marquée à droite de OY'_3 apparaît donc sur l'adulte alors que l'embryon est primitif et le jeune est d'évolution apparente maxima.

Dans ces conditions les trois opinions citées ci-dessus sous les numéros 1, 2, 3 sont concrétisées par un dessin conforme aux idées d'antagonisme entre une force ancestrale ou sexuelle et une force d'évolution ou végétative. Cela au prix d'hypothèses qui paraissent conformes aux constatations les plus générales.

Si la disposition des courbes est conforme à la réalité pour un cycle, on voit qu'elle permet quelques constatations :

L'embryon serait primitif en totalité pour un caractère en acquisition, de même le début de la jeunesse a le caractère primitif. Pour un caractère en possession l'embryon serait seul primitif. Pour un caractère en disparition l'embryon serait en partie primitif, en partie évolué. Tout ceci pourrait éclairer les résultats obtenus par Mlle Y. de Ferré (1939 et 1940)[7] au sujet de l'état évolutif des cotylédons des conifères.

Recherche du sens d'évolution d'un caractère.

Les problèmes ci-dessus ont été traités avec toute leur généralité en supposant même une sorte d'évolution polycyclique et en traitant de l'histoire d'un cycle.

Il est naturel que les paléontologistes aient seuls à envisager les problèmes avec cette envergure car ils sont seuls à pouvoir suivre un phylum à travers les âges. Il faut maintenant voir comment se présente le problème pour les biologistes travaillant sur des groupes actuels à ancêtres mal connus.

Un groupe, lorsqu'il apparaît, semble souvent muni de caractères nombreux peu spécialisés : caractères primitifs. L'évolution paraît consister en la spécialisation de certains caractères et la disparition plus ou moins complète des autres.

Ici se pose une question de mots : qu'est-ce que l'apparition et la disparition d'un caractère ? C'est parfois clair, parfois ce ne l'est pas du tout. Un animal a des dents, ses descendants n'en ont pas : C'est clair, il y a disparition des dents. Mais une feuille est pointue puis dans la suite elle devient échancrée; y a-t-il apparition du caractère échancré ou disparition du caractère pointu ? Ce n'est pas clair du tout *a priori*. Il faut chercher des moyens de préciser la valeur primitive ou évoluée du caractère. Dans le cas envisagé c'est très possible. Voici comment on peut poser le problème : Si on considère que après le caractère échancré il y aura retour apparent au caractère pointu ancestral, il est logique d'admettre que c'est le caractère échancré qui a apparu puis disparu. Mais s'il y a polycyclisme on peut se demander si, au contraire, le caractère pointu évolué n'aurait pas disparu pour donner un caractère échancré ancestral; dans un cycle suivant aurait réapparu le caractère pointu évolué. Dans la figure 1 on a : soit a_1, a_2, a_3, a_2 étant échancré, soit a_2, a_3, b_2, a_3 étant échancré.

Mais le problème se résolut facilement si on considère que, sur les rameaux stériles du Sapin pectiné de nos forêts, les feuilles sont échancrées alors que sur les rameaux fertiles imprégnés d'influence ancestrale elles sont pointues. Il y a donc tout lieu de croire que la première opinion est la vraie et qu'il n'y a, sous nos yeux, qu'un seul cycle représenté par la portion de courbe a_1, a_2, a_3.

Mais on voit combien l'interprétation peut être variable suivant qu'on a ou non les données du problème.

Pour lever les incertitudes, l'étude des formes de jeunesse peut rendre service. On peut résumer le secours qu'elles apportent dans les propositions suivantes qui résultent de l'examen des courbes R_1, R_2, $_3$, de la figure 3 :

— *Quand un caractère est différent chez le jeune et chez l'adulte et qu'on n'a pas de raisons de considérer que le groupe finit son évolution, ce caractère est en acquisition.*

— *Quand le caractère est le même chez le jeune et chez l'adulte : il est évolué.*

— *Si le caractère est différent chez le jeune et chez l'adulte et que l'on ait des raisons de*

7. FERRÉ (Mlle Y. de) : Cotylédons et évolution chez les Albiétinées. *Soc. Bull. hist. nat. Toulouse*, t. LXXIII, 1939, pp. 299-324, 4 fig., Toulouse et *Travaux du Labor. forestier de Toulouse*, t. I, vol. 3, art. VII, 1939, p. 1-24, Toulouse.
Id. : L'intérêt des formes de jeunesse chez les Conifères. *Id.*, t. LXXV, 1940, pp. 134-138, Toulouse et *id.*, t. I, vol. 3, art. IX, 1940, pp. 1 5, Toulouse.

croire que l'espèce est à la fin de son évolution, le caractère du jeune est en disparition et il disparaît d'abord chez l'adulte.

On voit comment l'histoire de l'individu peut être utile pour déceler le sens de l'évolution des caractères. Elle n'est pas toujours suffisante pour trancher la question mais elle est d'un précieux secours pour distinguer des caractères ancestraux réels ceux qui sont des caractères surévolués à apparence ancestrale.

H. GAUSSEN,
Professeur à la Faculté
des Sciences de Toulouse.

BIOMÉCANIQUE

(MÉCANIQUE ET SCIENCES BIOLOGIQUES)

Ce que nous avons dit précédemment[1] des Mathématiques et de la Physique de la Matière en Biologie permet de comprendre que les lois de la Mécanique dépendantes des deux disciplines précédentes doivent, comme elles, trouver leurs applications dans la Biologie, soit dans les faits, soit dans leur philosophie.

Des Mathématiques en général, de la Mécanique, de la Biologie, un premier raisonnement s'impose : *la preuve scientifique doit découler de suppositions,* par une série de raisonnements déductifs, et par ce raisonnement purement moderne, nous rejoignons PYTHAGORE et tous ses successeurs.

Nous verrons même, ultérieurement, combien la Biologie Moderne doit à PYTHAGORE pour l'explication de phénomènes incompris jusqu'alors et classés dans les « mystères de la vie ».

Le fameux *principe* d'ARCHIMÈDE reçoit son application dans la Biologie courante, de même que sa découverte sur la *loi des leviers.*

La Mécanique, fille des Mathématiques, utilise le calcul différentiel et intégral qui ont des applications biologiques.

« La méthode des fluxions (calcul différentiel et intégral) est la clé générale grâce à laquelle les mathématiciens modernes découvrent les secrets de la Géométrie, et par conséquent de la Nature ». (BERKELEY).

Nous en verrons diverses applications dès l'examen des travaux de NEWTON.

Nous ne devons nous en étonner, car, grâce aux travaux de nombreux savants et scientifiques, la phrase de LEIBNIZ reçoit sa conclusion :

« J'ai beaucoup d'idées qui pourront peut être plus tard être de quelque usage si d'autres plus pénétrants que moi les approfondissent quelque jour et joignent la beauté de leurs esprits au labeur du mien. »

1. *Revue Générale des Sciences pures et appliquées,* nº 4, 1940/41 : Mathématiques générales et sciences biologiques ; nº 8, 1940/41 : Physique de la matière et sciences biologiques.

Plus de deux siècles se sont passés pour atteindre ce désir. N'oublions pas que l'*étude mathématique de l'hérédité* dérive des travaux de Jacques BERNOUILLI décrits dans *Ars Conjectandi* (1713) et de la *théorie des substitutions* publiée vers 1840 par CAUCHY; que l'étude de la physiologie de l'oreille fut poursuivie à partir de recherches mathématiques sur le son, par EULER, physiologiste et mathématicien du XVIIIe siècle et que nous devons à RIEMANN une étude sur la mécanique de l'oreille malheureusement inachevée.

C'est à partir de la théorie du *potentiel* de LAPLACE que l'on arrive à expliquer en grande partie la physiologie du système nerveux et l'endocrinologie, aux travaux de FOURIER que l'on doit une explication rationnelle du système nerveux, de l'ouïe, de la chaleur animale. La périodicité de nombreux phénomènes biologiques suit la *série de Fourier* ou série trigonométrique.

N'oublions pas non plus la fameuse *théorie des erreurs d'observations* si importante dans les tests biologiques et les interprétations d'observations et d'expériences, théorie dérivant des découvertes de LEGENDRE et de GAUSS, que nous devons à ce dernier les meilleures explications de l'influx nerveux en utilisant des travaux de mathématiques physiques pures (électromagnétisme, etc...), ceux de MAXWELL, de HAMILTON, de RIEMANN.

***

A tous les moments de leur existence, *tous les êtres vivants produisent de l'énergie mécanique* pour maintenir leur organisation contre toutes les actions, intérieures et extérieures qui concourent à la destruction de la vie : pression d'origine externe, concentration des milieux nutritifs, etc...

Parmi les forces mécaniques, l'une des plus caractéristiques pour les Mécaniciens est le *Mouvement.* Toutes les formes vivantes sont sous la loi du mouvement, tant les végétaux que les animaux.

⁂

Tout être vivant est constitué d'une ou plusieurs « cellules ». Une cellule possède généralement, durant sa vie active, un *protoplasme* dont l'activité vitale pour la cellule et l'être entier est en grande partie due aux mouvements qui sont imprimés à sa masse.

Certains végétaux et animaux sont doués de mouvements dans le Milieu Ambiant : Algues ciliées, Bactéries, Infusoires, etc... se meuvent dans leur entier, comme le fait, par des procédés différents, l'Homme, les Vertébrés, les Insectes, etc... mais tous ces mouvements sont soumis aux règles de la Mécanique Rationnelle.

⁂

Dans la Vie, les mouvements peuvent être classés ainsi que le montre le tableau ci-dessous :

Mouvements passifs	dûs à des forces mécaniques externes ou à des variations d'humidité		
Mouvements actifs (tissus vivants)	Mouvements d'ouverture et de projection d'organes par excitants internes		
	Mouvements de courbure	excitants internes par variation de	croissance (*nutations*)
			turgescence
		excitants internes	*tropismes*
			nasties
	Mouvements de locomotion	excitants internes : mouvements autonomes	
		excitants externes : tactismes	
	Mouvements du protoplasme		

⁂

Mouvements Passifs.

Les mouvements passifs sont très connus des botanistes depuis les travaux de LECLERC DU SABLON communiqués aux *Annales de Sciences Naturelles* en 1884 et vulgarisés dans le *Cours de Botanique* de Gaston BONNIER et LECLERC DU SABLON (Librairie Générale de l'Enseignement, Paris).

Les mouvements passifs intéressent des tissus morts, par suite de changement d'humidité. Ce sont eux qui entraînent des courbures, des torsions, des enroulements de fibres ligneuses des fruits, provoquant leur ouverture et la projection de semences (Caryophyllées, Légumineuses, Euphorbiacées, Campanulacées, etc...).

Ce sont eux aussi qui provoquent le détachement des « croûtes » sur les plaies.

Leur explication est relativement simple, mais leur importance scientifique est largement dépassée par celle de l'étude des mouvements actifs des tissus vivants qu'il nous faut entreprendre en partant des données classiques de la Mécanique Rationnelle.

⁂

Mouvements Actifs en Biologie.

I. — MOMENTS DE MASSE ET D'INERTIE

A. CENTRE DE GRAVITÉ : Tous nos lecteurs sont familiarisés avec la *notion de centre de gravité*, seulement ils n'ont peut être pas approfondi l'importance de cette notion en Biologie.

La majeure partie des *Etres Vivants, mais non tous*[1] *sont soumis à la pesanteur*, dans leur économie générale, comme dans celle de chacun de leurs organes, de chacune de leurs cellules.

La plupart du temps, un organe ne peut être assimilé à une aire plane. Dans de nombreuses observations, le biologiste aura à déterminer le centre de gravité d'un anneau circulaire, d'un cylindre s'en rapprochant, et dans ce cas, le *centre de gravité* est au centre commun des circonférences ou des cylindres concentriques qui les déterminent. Le centre de gravité d'un organe détermine son *axe de symétrie*.

Les cellules peuvent en général être assimilées à des lames minces dont le volume est égal au produit de la surface par l'épaisseur. Si la cellule est de densité sensiblement constante, son centre de gravité sera le même que celui de son aire.

Certains organes peuvent être divisés par une série de plans parallèles en lames minces dont les surfaces dépendent seulement de leur distance à un plan parallèle fixe (fibres musculaires, nerfs, etc...).

Un organe est généralement assimilé à un solide quelconque à densité variable. Si nous savons que la densité T en un point intérieur quelconque de l'organe est une fonction des coordonnées (voir Mathématiques générales et Sciences biologiques[2]), pour déterminer le centre de gravité du solide il faut calculer les moments par rapport aux trois plans des coordonnées et la masse, soit calculer quatre intégrales.

1. Certains virus vivants de dimensions très petites sont neutres vis-à-vis de la pesanteur.
2. *Revue Générale des Sciences pures et appliquées*, n° 4, 1941.

« Le moment de masse d'un solide par rapport à un plan quelconque est égal au produit de la masse du solide par la distance du plan au centre de gravité.

« Le centre de gravité est un point fixe par rapport au solide » (PERCEY F. SMITH et W. R. LONGLEY traduits par A. A. M. SALLIN).

Ce Centre de gravité détermine l'équilibre des organes dans un système et l'équilibre mécanique des systèmes dans un être vivant. Nous reviendrons ultérieurement sur ce point, mais rappelons dès maintenant que :

« Le centre de gravité d'une figure plane composée de deux parties divise la droite qui joint les centres de gravité de ces deux parties dans le rapport inverse de leurs aires » (P. F. SMITH et W. R. LONGLEY trad. par A. A. M. SALLIN).

Il en sera de même pour les volumes, c'est ainsi que le cœur des Mammifères, divisé en plusieurs parties (2 oreillettes et 2 ventricules) à un seul point de gravité.

Les applications aux courbes, aux aires planes, etc... sont données dans tous les ouvrages élémentaires de Mécanique Rationnelle.

Les cellules plates, comme les hématies, *ont un moment d'inertie polaire par rapport à leur centre et égal au produit de leur masse par le carré de leur rayon.*

Cette notion est à retenir pour tous les Biologistes qui entreprennent des observations sous le microscope.

Les organes figurant des *solides de révolution,* comme un *os rond* doivent, dans l'étude biomécanique, être considérés comme décomposés en lames circulaires par une série de plans équidistants perpendiculaires à l'axe de la surface, soit :

Moment d'inertie = masse × (longueur) 2

et pour ceux qui sont rompus aux Mathématiques :

$$= \int\int\int r^2 dm$$

Pour trouver le moment d'inertie d'un *os* ou d'un *organe cylindrique* en général par rapport à un axe parallèle à ses génératrices ou arêtes, on calcule le moment polaire correspondant à une section droite quelconque, et l'on remplace dans le résultat obtenu l'aire de l'os ou de l'organe cylindrique par sa masse.

Dans les organes cylindriques creux, comme les *fragments de vaisseaux,* le moment d'inertie par rapport à l'axe est égal à la moitié du produit de la masse de l'organe par la somme des carrés des rayons intérieur et extérieur de l'organe.

***

B. STATION : Chez l'Homme et l'ensemble des Animaux, le corps, constitué d'une série de segments rigides et articulés doit être en équilibre en produisant une résultante des forces de gravité de chacun des segments par un axe fixe.

P. RICHER a démontré que l'Homme debout à un axe de gravité passant par le pavillon de l'oreille,

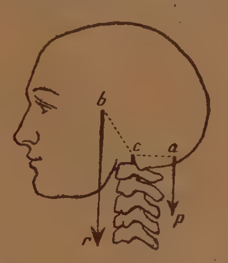


Fig. 1. — Equilibre de la tête sur la colonne vertébrale (CLUZET).

à la paroi postérieure de l'articulation coxo-fémorale, et en avant des apophyses des cinquièmes métatarsiens. En équilibre, le corps humain debout

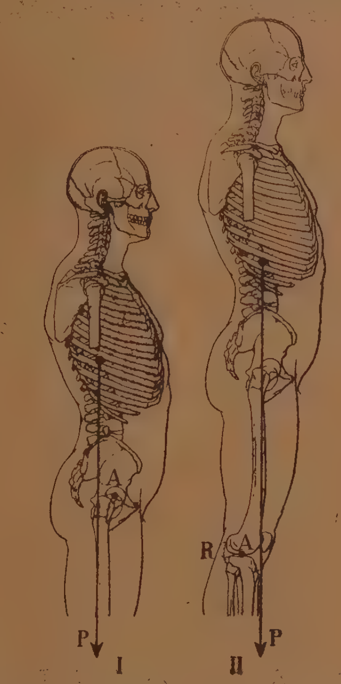


Fig. 2 et 3. — Equilibre du tronc sur les cuisses (I) et des cuisses sur les tibias (II) (CLUZET d'après RICHER).

semble donc être légèrement penché en avant (v. fig. 1 à 4).

La gravité variera selon la position provisoire des segments du corps en cours de mouvement, ce que nous verrons en *cinématique biologique.*

***

C. MASSE ET INERTIE : En physiologie générale et en physiologie humaine en particulier, les

tentatives faites jusqu'à ce jour pour intégrer le mécanisme dans le phénomène biologique portent surtout sur le *muscle*, organe moteur de la série animale.

Qu'est-ce qu'un muscle? Un organe constitué

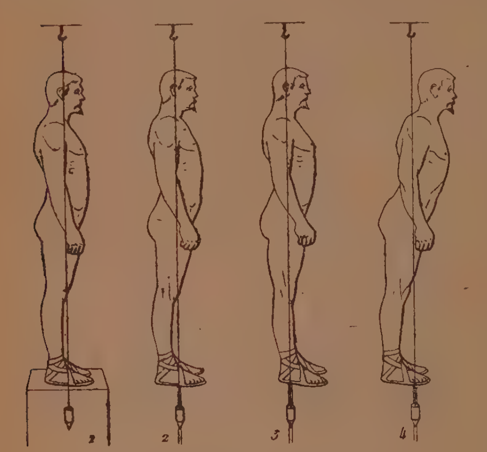


Fig. 4. — Détermination de la ligne de gravité (CLUZET d'après P. RICHER).
Attitudes identiques en 1 et 2.

de *fibres* orientées dans un sens particulier, ces fibres sont elles-mêmes constituées d'une série d'éléments ultramicroscopiques, les *inotagmes*, selon l'hypothèse de ENGELMANN, hypothèse reprise fructueusement par LAPICQUE.

Un muscle est donc une *masse* douée d'*élasticité parfaite* entre certaines limites ainsi que l'a montré CHAUVEAU (fig. 5).

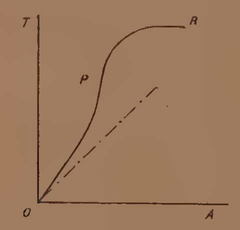


Fig. 5. — Variation de longueur d'un muscle en fonction de la traction.

L'élasticité se retrouve du reste à des stades divers dans tous les tissus-vivants, y compris dans les virus-cristaux qui se trouvent être à la limite de la matière animée et de la matière inanimée.

La contraction des protoplasmes indifférenciés se distingue de la contraction musculaire qui est, elle, *dirigée* ainsi qu'on s'en rend compte par l'usage de l'appareil enregistreur appelé *myographe* [1].

1. Les données élémentaires sur l'élasticité musculaire ont été fort bien démontrés dans le *Précis de Physique médicale* de André STROHL. (Masson édit., Paris. 2e édition, Paris, 1941).

Les muscles des Insectes ont une contraction excessivement brève; ceux des Oiseaux ont une contraction très brève, plus lente néanmoins que chez les précédents. Les Reptiles, les Mollusques et autres Animaux à sang « froid » ont des contractions très lentes.

⁂

II. — CINÉMATIQUE EN BIOLOGIE

Les phénomènes biologiques sont variables dans le temps et dans l'espace.

« Cette variation incessante des données numériques vitales qui ne peut échapper à l'observateur le moins attentif avait fait précisément taxer de chimérique par des esprits très distingués mais imperméables aux disciplines des sciences exactes. »

Cette phrase de Alfred MARTINET prise dans ses *Eléments de Biométrie* [1] est toujours d'actualité et nous essayons de provoquer chez certains lecteurs une osmose mathématique.

La cinématique, étude des mouvements des corps, intéresse le biologiste dans l'examen des mouvements volontaires et involontaires, chez les Végétaux, comme chez les Animaux.

Le mouvement rectiligne est très rare en biologie, et, dans ce cas, toujours de courte durée.

La *vitesse* est calculée par le rapport de la longueur du mouvement par le temps :

$$\text{vitesse} = \frac{\text{longueur}}{\text{temps}}.$$

Si la vitesse est constante, le temps est *uniforme*.

Lorsque la vitesse est variable, le temps est dit *accéléré*.

La vitesse, l'accélération, l'espace parcouru sont fonction du temps.

Le temps est représenté par t, l'abcisse du point sur la droite x, la vitesse v, la valeur numérique de la vitesse s et l'accélération γ.

Toutes ces quantités sont dites *scalaires* en mécanique rationnelle.

La *grandeur* du mouvement et sa *direction* déterminent sa *quantité* de *vecteur*. Ces mouvements peuvent subir les différentes opérations arithmétiques, algébriques et géométriques pour déterminer leur ordre de grandeur dans un mouvement général résultant de l'ensemble des mouvements particuliers.

La représentation schématique des mouvements des êtres vivants sera donnée par les *équations de mouvements* en partant des expressions :

$$X = \Phi(t),\ \gamma = \psi(t)$$

1. Masson édit., Paris, 1916.

Les applications des calculs de mouvements seront données non seulement pour le déplacement volontaire ou involontaire d'un être vivant, mais pour le changement de position de cellules prises comme « point mobile » *dans l'étude de la croissance,* qui, mathématisée, pourra être ramenée à diverses formules dont :

$$C = \int_0^t \left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2\right]^{\frac{1}{2}} dt$$

$$= \int_0^t \left\{\left[\varphi'(t)\right]^2 + \left[\psi'(t)\right]^2\right\}^{\frac{1}{2}} dt$$

en se reportant à ce que nous avons dit dans *Mathématiques Générales et Sciences Biologiques* [1] — V. fig. 6-7 et (13 de [1]).

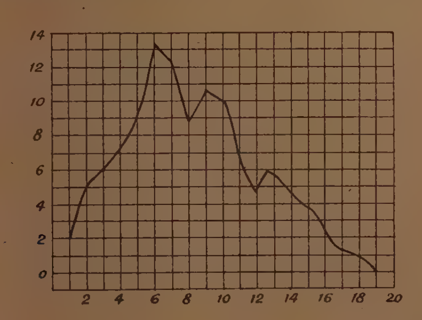


Fig. 6. — Représentation graphique d'une pousse de Fritillaire (*grande période*), d'après SACHS.
En abscisses, sont figurés les jours, les accroissements en millimètres.

Les mouvements de croissance sont dus à des facteurs souvent extra mécaniques, que nous étu-

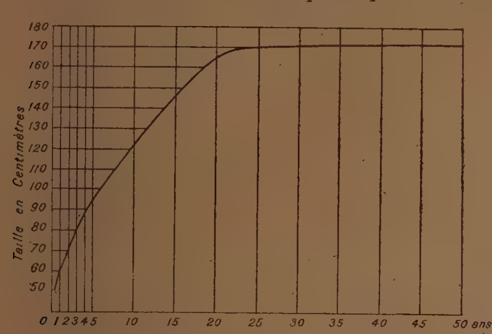


Fig. 7. — Représentation graphique de la croissance moyenne de l'Homme Blanc.

dierons en temps voulu : phototropisme, électrotropisme, thermotropisme, chimiotropisme, etc...

***

Quantité du Mouvement Biologique. — Retenons cette définition de P. F. SMITH et W. R. LONGLEY :

« *Le momentum ou quantité de mouvement* est le produit d'une masse par une vitesse, c'est-à-dire que l'on a :

(1) Quantité du mouvement à instant quelconque $= mv$.

(2) Force à un instant quelconque $= K \frac{d}{dt}(mv)$

$$= Km \frac{dv}{dt} Km\gamma.$$

La force est égale à :

$$\frac{\text{masse} \times \text{longueu}}{(\text{temps})^2}.$$

D'où les unités de mesure utilisées en biologie comme les unités du système C. G. S., la *dyne*, le *kilogramme-poids*, etc... dont toutes indications « mécaniques » pures sont données dans les ouvrages de cette discipline, en particulier dans celui que nous citons.

Ces notions de force et de masse, c'est-à-dire, pratiquement de *poids* sont indispensables *dans toute observation, ou expérimentation biologique,* l'interprétation étant ramenée presque toujours à une unité de masse vivante, tel le kilogramme de poids vif des sujets observés ou expérimentés.

***

III. — TRAVAIL, ENERGIE, ET IMPULSION EN BIOLOGIE

A. TRAVAIL : P. F. SMITH et W. R. LONGLEY définissent le *Travail* dans leurs *Eléments de Mécanique Rationnelle* :

« Le travail effectué par une force constante est égal au produit de la force par le déplacement de son point d'application dans la direction de la force » (p. 128).

Autrement dit :

$$\text{Travail} = \frac{\text{masse} \times (\text{longueur})^2}{(\text{temps})^2}.$$

Et nous aurons de cela de nombreuses applications biologiques que l'on exprime de diverses façons, ainsi que nous le verrons dans quelques instants.

***

B. ENERGIE CINÉTIQUE : Lorsque l'Etre vivant, tout ou partie, exécute un *travail de résistance contre une force extérieure,* comme la pesanteur, c'est que cet être est doué d'une *énergie cinétique* permettant à une ou plusieurs de ses cellules de lutter contre la force extérieure.

Le *travail musculaire* est le plus représentatif de ce qui précède.

Nous ne dirons rien volontairement, ici, des

---

1. *Revue Générale des Sciences pures et appliquées,* n° 4. 1940/41.

causes énergétiques du travail musculaire, ce qui fera l'objet d'une prochaine étude, nous examinerons seulement le point de vue mécanique du muscle.

Tout muscle qui, par contraction, maintient un poids à une certaine hauteur au-dessus de sa position de repos, consomme de l'énergie en fournissant cet *effort statique*. Comme exemples : l'Homme qui porte un panier, le Cheval qui tient sa tête renversée, la Chatte qui écarte ses membres pour laisser place à ses petits. *Dans tous ces efforts statiques, la dépense est proportionnelle au poids soutenu et au degré de raccourcissement du muscle.*

Les meilleurs travaux sur le travail musculaire en eux-mêmes sont dus à CHAUVEAU et sur le *moteur animé* à RINGELMANN le regretté professeur de Génie Rural de l'Institut d'Agronomie Coloniale et de Grignon.

Ces deux auteurs ont mis au point la question du *travail moteur du muscle, travail positif* qui consiste à élever un poids à une certaine hauteur ou faire l'effort équivalent par une série de termes qui sont :

Energie du travail mécanique accompli = T.

Energie de soutien pendant le soulèvement = Qs.

Energie de vitesse pour effectuer le raccourcissement du muscle Qv.

D'où une dépense de travail musculaire D (Formule de Chauveau).

$$D = T + Qs + Qv$$

CHAUVEAU a ainsi déterminé le *rendement du moteur musculaire*.

$$R = \frac{T}{T + Qs + Qv}.$$

Dans le *travail musculaire négatif ou résistant* qui consiste pour le muscle à soutenir un poids durant son abaissement la formule devient :

$$D' = T' + Q's + Q'v.$$

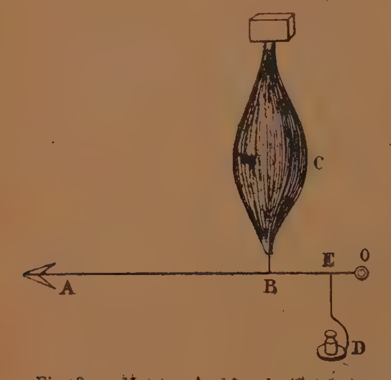
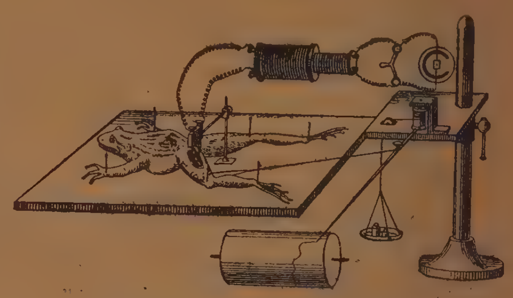


Fig. 8. — Myographe simple (CLUZET).

Comparé au moteur inanimé dû à l'industrie humaine, les travaux remarquables de RINGELMANN donnent les précisions pour les *moteurs animés* que nous citons plus loin (unités de travail et d'énergie en biologie).


Fig. 9. — Etude de la contraction musculaire au moyen du myographe simple de MAREY (CLUZET).
Dans ce modèle de myographe, le poids tenseur est tenu par un fil qui, après réflexion sur la poulie, vient s'enrouler sur l'anneau qui est solidaire de l'axe du levier.

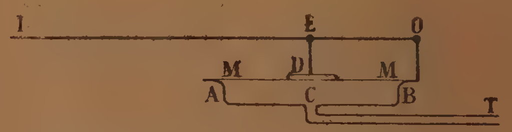


Fig. 10. — Tambour récepteur de MAREY (CLUZET).

Les chercheurs en Biomécanique trouvent d'excellents éléments de base dans le *Précis de Physique Médicale* de J. CLUZET et P. PONTHUS (Doin et Cie, édit., Paris, 4e édition, 1939, p. 159-192).

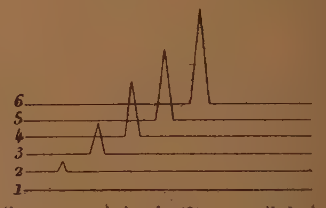


Fig. 11. — Secousse minimale (2) ou seuil de la contraction et secousse maximale (6). Vitesse du cylindre, 2 cm. environ (CLUZET).

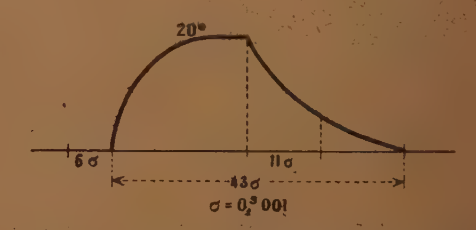


Fig. 12. — Contraction isométrique du muscle à 20° (CLUZET d'après FULTON).

Ces savants auteurs exposent avec clarté l'étude graphique de la contraction musculaire avec les *myographes* sur les détails desquels nous ne pou-

vons nous étendre ici. Le lecteur comprendra facilement le fonctionnement de ces instruments en voyant les figures ci-contre prises dans l'ouvrage déjà cité (fig. 8 à 12).

Si l'on examine la figure 13 qui prend comme exemple le mode d'action du biceps nous voyons

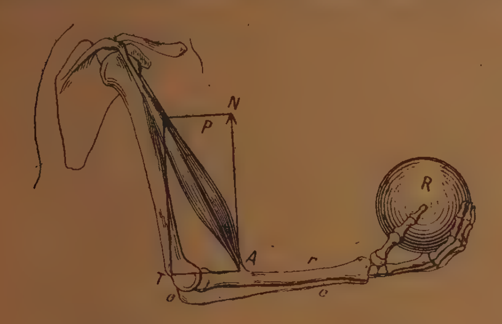


Fig. 13. — Mode d'action du biceps (Cluzet d'après Viault et Jolyet)

que la contraction équivaut à une force AP se décomposant en deux composantes AT et AN, la seconde particulièrement utile car elle provoque l'élévation de l'avant-bras.

Les muscles s'adaptent : à la grandeur des déplacements et à l'effort qu'ils doivent produire.

⁂

C. Mouvement gêné. Pression dynamique. — Les mouvements exécutés *in vivo* sont des « mouvements gênés », c'est ainsi que les *globules sanguins* et les *plastes végétaux* ne peuvent se mouvoir que dans le cadre des vaisseaux en subissant des forces de propulsion. Dans le premier cas se sera la *propulsion cardiaque*, dans le second, la *pression osmotique*.

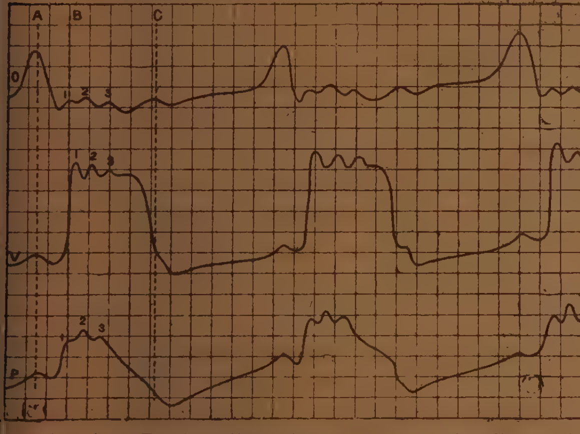


Fig. 14. — Tracé cardiographique (P) obtenu chez l'animal (Cluzet).

O et V ont été obtenus en enregistrant directement le soulèvement de la paroi des oreillettes (O) et des ventricules (V).

Les forces qui entrent en jeu dans ces mouvements « gênés » sont :

a) des forces directement appliquées;

b) les réactions de courbes, de surfaces, etc...

A toute action subie par une cellule correspond une réaction d'égale grandeur, mais de direction opposée, ce qui caractérise la *pression dynamique*.

Par exemple, la pression dynamique classique est la *pression du cœur* qui a pour but de chasser le sang vers la périphérie. La réaction est produite par l'*élasticité des vaisseaux* et l'*onde pulsatile* (v. fig. 14).

Un phénomène semblable se produit chez les végétaux vasculaires.

⁂

D. Unités de Travail et d'Énergie Biologique : Un travail biomécanique étant le produit d'une force par un déplacement, nous devons pouvoir le mesurer, avec les unités C. G. S., dont l'unité de travail est l'*erg*. La puissance fait intervenir le *temps*, d'où la notion de *cheval-vapeur*.

Avec les machines munies d'une manivelle, l'*Homme* développe un effort de 9 à 12 kilogrammètres à la seconde.

Un *Cheval* de 300 à 450 kg de poids vif développe une puissance disponible de 48 à 52 kilogrammètres-seconde, et, quotidiennement, 1.036.800 à 1.123.000 kg.-m.

Pour le *Bœuf* de 400 kg, les chiffres sont respectivement de 49 à 58 kg. m. s. et 1.058.400 à 1.252.000 kg. m. j.

Pour de plus amples détails, le lecteur se reportera à l'ouvrage du Prof. Ringelmann [1].

Par ailleurs, nous pourrons citer les chiffres moyens chez l'Homme sain :

Travail du cœur : 3.500 kg-m. à l'heure, 60.000 kgm. par 24 heures.

Force maximum développée par les muscles : 7 à 8 kg. par centimètre carré.

Effort maximum des muscles lombaires dans l'extension du tronc :

Homme adulte, 150 kg } (Quételet)
Femme adulte, 75 kg }

Homme élevant seulement le poids de son corps en montant une rampe ou un escalier : 9 kg.-m. sec.

Travail journalier d'un ouvrier : 56.000 à 205.000 kg. m.

Nous pourrons facilement comparer ainsi la puissance mécanique de la matière vivante en rappelant que le *Cheval vapeur* est la puissance mécanique

1. *Génie rural adapté aux Colonies*. Sté d'Edit. Geog. Marit. et Col., Paris. 2e édition, 1930, 1 vol in-4°, 725 p., 976 fig.

qui correspond au travail de 75 kilogrammes en une seconde. Dans le système C. G. S., l'unité de puissance mécanique est le *Watt* qui produit un *Joule* par seconde; le cheval vapeur vaut donc 735 watts, le Joule vaut 10^7 ergs.

On peut ainsi comparer, avec l'aide des dynamomètres, la puissance biomécanique de divers organes ou êtres et celui des moteurs inanimés.

Pratiquement, la moyenne de puissance de l'Homme est de 1/7 CV pour le Blanc, 1/12 pour le Noir.

Pratiquement, l'Homme ne doit donner comme effort constant, dans un travail soutenu, que les 4/9 de l'effort maximum qu'il peut donner avec le groupe de muscles mis en jeu, telle est la *Loi de l'Effort*.

Pour un effort défini, l'Homme ne doit travailler qu'avec une vitesse égale au tiers de la vitesse normale qu'il peut soutenir à vide (*Loi de la vitesse*).

E. IMPULSIONS ET CHOCS : Les changements de vitesse sont dus à des impulsions, à des chocs, collisions de corps solides comme ceux des globules dans leurs chocs entre eux et dans les vaisseaux.

Dans le choc d'un globule contre la paroi d'un vaisseau, par exemple, le globule se comprime jusqu'à ce que sa vitesse soit nulle, et reprend ensuite sa forme primitive et une vitesse finale. Le phénomène de *diapédèse* ou passage des leucocytes au travers des parois vasculaires est dû à plu-

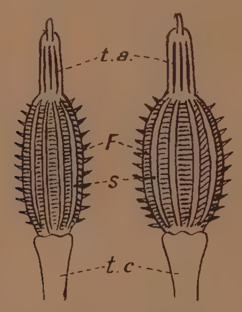


Fig. 15. — Mouvements séismonastiques de l'étamine *Centaurea jacea*.

t.a : tube anthéral ; — *t. c* : tube corollaire ; — *F* : filets staminaux ; *S* : styles.

Remarquez à gauche le raccourcissement de S par l'excitation seismonastique.

sieurs facteurs, dont celui du choc qui sert à amorcer les phénomènes suivants, en particulier les mouvements amiboïdes.

Les chocs et secousses déterminent, à titre d'*excitants mécaniques* des mouvements qui résultent de ces excitations. C'est ce que les biologistes ont appelé les *Séimonasties*.

Dans le règne végétal nous avons de nombreux exemples, dont le plus connu est celui de la SENSITIVE (*Mimosa pudica*); le ROBINIER (*Robinia pseudaccacia*) est lui aussi sensible. Les *Oxalidées* ont le même phénomène produit par un mécanisme analogue à celui de nombreuses Légumineuses : ce sont des *renflements moteurs* des pétioles qui subissent la réaction mécanique et provoquent les mouvements des feuilles et folioles.

Les étamines de certaines *Composées*, *Cactacées*,

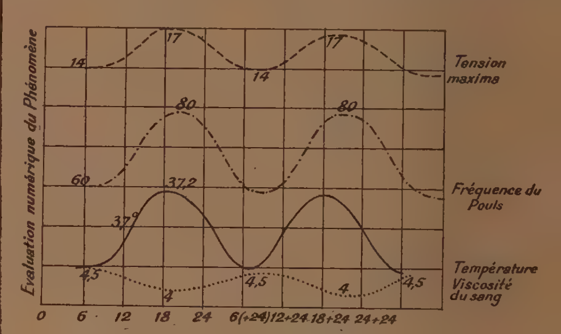


Fig. 16. — Oscillations du champ harmonique diurne chez l'Homme.

Mésembryanthémées, *Tiliacées*, *Berbéridées* ont leur filet sensible à l'excitation mécanique (voir fig. 15 et 16).

Ces mouvements sont provoqués par des changements de pression, par des chocs et la réaction est *qualitative et non quantitative*.

C'est la LOI DU TOUT OU RIEN que l'on observe d'autre part dans la réaction musculaire. Nous retrouverons ultérieurement cette loi du tout ou rien dans d'autres phénomènes ergobiologiques différents par leur nature des phénomènes purement biomécaniques.

*
**

IV. — CHAMPS DE FORCE EN BIOLOGIE

Mécaniquement, un *champ de force* est un espace limité ou illimité dans lequel il existe une force.

Tout être vivant est un champ de force limité ou une série de champs de forces limités.

L'être en entier peut être placé lui-même dans un champ de force limité ou illimité.

Les Etres vivants, en dehors de certains microorganismes sont soumis à l'action de la pesanteur. Par conséquent, tous les mouvements biologiques, sauf l'exception ci-dessus, sont gênés par la pesanteur, par des frottements.

Pour diminuer l'influence du frottement, la Nature a pourvu de nombreux organes d'un système lubrifiant des plus parfaits qui soient : ce sont les liquides intermuqueux : liquide pleural, liquide synovial, etc...

⁂

V. — FORCES CENTRALES

« On dit qu'un champ de force est un champ central lorsque la direction de l'accélération de chaque point du champ par un point fixe qu'on appelle le centre de force » (SMITH et LONGLEY).

La trajectoire suivie par le point étudié est une *orbite*.

Si le côté concave de l'orbite est tourné vers le centre de force, la force est *attractive*.

Ces champs de force parfaits sont examinés dans les atomes constituants les organismes vivants.

Les forces centrales sont connues dans l'infiniment petit, mais aussi dans l'infiniment grand, avec le mouvement planétaire et la loi de gravitation universelle de Képler, loi sur laquelle nous reviendrons dans un prochain article sur l'astrophysique dans ses rapports avec la Biologie.

⁂

VI. — CHAMP HARMONIQUE

De nombreux mouvements biologiques procèdent par *oscillations,* la cellule considérée comme point mobile subissant une force générale *périodique,* c'est-à-dire d'une force dont la grandeur et la direction varient périodiquement.

Le champ harmonique est décrit avec tous détails de mécanique pure p. 214-230 des *Eléments de Mécanique Rationnelle* de SMITH et LENGLEY, trad. SALLIN.

Sa formule générale est :

$$F = F_0 \cos \lambda t = m\gamma_0 \cos \lambda t.$$

Le champ harmonique a de très nombreuses applications en biologie, dont la plus pittoresque, au sens étymologique, est la mécanique circulatoire [1]. Dans cet article, nous demandons au lecteur d'examiner la figure 14 et la figure 16 qui représentent les champs harmoniques biologiques les plus connus.

⁂

VII. — MOUVEMENT DANS UN MILIEU RÉSISTANT

En Biologie, le milieu où se fait le mouvement est toujours résistant. Il y a toujours un *facteur d'amortissement accroissant la période.*

Par exemple, un muscle excité commence à se raccourcir après une *période latente* [1].

Chez la Grenouille, à température ordinaire, cette période latente est de 0 sec. 005.

⁂

VIII. — POTENTIEL ET ENERGIE POTENTIELLE EN BIOLOGIE

En Biologie, l'étude des coordonnées d'un mouvement conduit à la détermination d'une fonction U, telle que :

$$U = -\int (F_x dx + Fy dy)$$

et U = le potentiel.

Le travail biomécanique accompli par la force d'un champ agissant sur une cellule qui se déplace d'une position à une autre est le même pour toutes les trajectoires de la cellule entre ces positions.

L'énergie potentielle de la cellule en mouvement est égale à la variation de U par rapport à un point de référence choisi arbitrairement.

Dans un milieu biologique, on peut observer des *lignes équipotentielles* et des *lignes de forces* se coupant en tous leurs points à angle droit, et la force sera dirigée vers la région où le potentiel est le plus bas.

F. HOUSSAYE a fait des travaux très intéressants publiés en 1912 sur la « Forme, Puissance et Stabilité des Poissons », leur nage comparée à celle de l'Homme (Hermann, éditeur) avec de nombreuses mesures dynamométriques.

Si nous passons des Vertébrés aux Invertébrés nous ferons de curieuses constatations grâce à E. OEHMICHEN.

O. OEHMICHEN a publié un curieux travail sur la « *Sécurité Aérienne, Animaux et Machines* » (Actualités Scientifiques et Industrielles, n° 584 — Hermann et Cie édit., Paris 1938). On y lira avec profit la comparaison du vol animal et du vol humain, comme il avait publié en 1921 chez Dunod « *Nos Maîtres les Oiseaux* ». Nous ne saurions trop recommander la lecture de ces travaux. En particulier, dans le premier, E. OEHMICHEN démontre que la puissance consommée par le vol de l'insecte est excessivement faible eu égard au poids de l'animal et aux dimensions de ses ailes et que le sustentateur de l'insecte est d'une qualité qui dépasse de beaucoup celle de nos meilleurs hélices rotatives. L'auteur que nous citons, grâce à l'analyse mathématique a pu démontrer que l'aile de l'oiseau et celle de l'insecte,

1. CLUZET et PONTHUS : Précis physique médicale, p. 131-152. Doin et Cie, édit., Paris.

1. Pour le Temps en Biologie, cf notre article *Philosophie et Biologie* in *Revue Philosophique*, Presses Universitaires de France, Paris.

aile battante, en pagayant, fait par son vol « *une sorte d'hélice alternative renversant son pas à chaque demi-battement,* de façon à frapper l'air tantôt par la partie inférieure, et tantôt par la partie supérieure ».

Son étude du vol de *Sphinx convolvuli* est remarquable de précision dans l'observation et l'expérimentation, et d'applications pratiques à l'industrie humaine (p. 15 à 30).

Le même auteur a étudié la dynamique de l'*Ichtyosaure* « animal qui nageait probablement *très émergé* et ne prenait jamais d'appui reposant sur la terre ferme » p. 31-35; il démontre la composante sustentatrice de *I. burgundiæ*.

Des travaux comme ceux de E. OEHMICHEN et de Frédéric HOUSSAYE (Forme, Puissance et Stabilité des Poissons) prouvent non seulement l'intérêt spéculatif de l'étude comparée des Sciences exactes et de la Biologie, mais aussi le vaste champ d'applications au progrès humain dans la synthèse philosophique des grandes disciplines scientifiques.

Par exemple, dans le travail du muscle, les lignes équipotentielles seront données transversalement aux fibres musculaires et les lignes de forces dans le sens de ces fibres.

Quand le muscle travaille dans un champ conservatif avec de petits accroissements égaux de potentiel (effort lent et soutenu de soulèvement), la force du champ en un point quelconque du muscle est inversement proportionnelle à la distance normale séparant deux fibres consécutives.

Il en résulte que la croyance populaire en vertu de laquelle une puce de la taille d'un homme ferait un bond au-dessus de la Tour Eiffel est *absolument fausse*. En effet, cette puce, en augmentant toutes ses dimensions n'aurait gagné aucune fibre supplémentaire et de ce fait, aurait, comparativement, perdu presque toutes ses forces.

⁂

IX. — DYNAMIQUE D'UN CORPS RIGIDE EN BIOLOGIE

En Biologie, nous pouvons considérer comme *corps rigides* les végétaux ligneux, les *squelettes* (endosquelettes et exosquelettes).

Le mouvement d'un corps rigide est connu quand on connait sa position, et la vitesse de chacun de ses points.

Le mouvement d'un corps rigide est une *translation*.

Chez les Animaux et l'Homme, la translation est la *marche*, la *course*, le *saut*, la *nage*, le *vol*.

Les translations d'organes peuvent être des *rotations* (rotation de l'avant-bras sur le bras, de la jambe sur la cuisse).

L'élévation des bras parallèlement au corps est un exemple de *mouvement uniplanaire*.

Quand un os est soumis à l'action de la force musculaire en vue d'un mouvement, son centre de gravité se déplace comme si la masse entière de l'os était concentrée en ce point et que les forces données par le muscle y soient appliquées à leurs directions primitives.

Si M = masse de l'os et F la résultante des forces (musculaire, résistance, pesanteur, etc....), le mouvement de l'os sera déterminé par les formules :

$$M = \frac{d^2x}{dt^2} = F_x$$

$$M = \frac{d^2y}{dt^2} Fy.$$

Et l'énergie cinétique (E. C.) de l'os sera :

$$EC = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{2} mv^2_i.$$

⁂

Statique Biologique.

Si un système de forces agissant sur un être vivant ne produit aucun changement dans son mouvement, on dit que les forces sont en équilibre, et si l'être vivant est au repos, il demeure dans cet état sous l'action d'un système de forces en équilibre.

Dans les êtres vivants on observe partout le *frottement* qui, mécaniquement, est une composante tangente à la surface de l'organe étudié.

Le coefficient de frottement des muqueuses lubrifiées par un liquide organique est compris entre 0,03 et 0,036 (plèvres, synoviales, etc...).

L'équilibre détermine la *stabilité* ou l'*instabilité* d'un organe. Les organes sont stables dans un être vivant à la suite de l'équilibre de la pesanteur et des forces de réactions des éléments de sustentation de l'organe.

La *station* ou *applomb* des animaux dont nous avons déjà parlé est un phénomène d'équilibre.

⁂

Conclusions sur la Biomécanique.

La matière vivante, comme nous l'avons vu par les lignes précédentes, subit, avec les lois des Mathématiques Générales et de la Physique de la matière, celles de la Mécanique Rationnelle.

Pour ceux qui désireraient faire des observations de Biomécanique nous conseillons de lire :

1° *Eléments de Mécanique Rationnelle* de P. F. SMITH et W. R. LONGLEY, traduit par A. M. M. SALLIN, 2e édit., 1941, Vuibert, édit., Paris — in-8° — 320 p. 237 fig. Cet ouvrage fait suite aux *Mathématiques Générales* de WOODS et BAILEY traduit aussi par SALLIN et que nous avons recommandé précédemment. Ces *Eléments de Mécanique Rationnelle* comprennent treize chapitres et un recueil très utile de formules (p. 307-313) de géométrie analytique, calcul différentiel et intégral, équations différentielles. Sa lecture est suffisamment claire pour les non initiés et leur permet d'entrer dans le vif du sujet.

Précis de Mécanique Rationnelle (Cours et Problèmes), par G. BOULIGAND, un vol. 25/16 cm., 342 p., très important par la sûreté où il conduit dans les problèmes de dynamique.

2° Revoir le *Précis de Physique* de A. BOUTARIC, 1 vol. in-8°, 1080 p. 735 fig. 1 pl. en couleurs, 1938, G. Doin et Cie, édit., Paris.

3° *Précis de Physique Médicale* de J. CLUZET et P. PONTHUS — 1 volume de la *Collection Testut*, Doin et Cie, édit., Paris, 4e édition, 1939, 878 p. 475 fig. Lire d'abord les deux premiers chapitres du Livre I, du début jusqu'à la p. 220, le premier se rapportant en partie à notre article précédent (Physique de la Matière et Sciences Biologiques, *Rev. Gén. des Sciences*, n° 8, 1941) et surtout le chap. 2 : *Phénomènes Mécaniques de l'organisme* : circulation, respiration, contraction musculaire, station et locomotion humaines.

4° *Cours de Botanique* LECLERC DU SABLON et G. BONNIER, 4e partie (Librairie Générale de l'Enseignement), Paris, 1939.

5° Pour les recherches spécialisées sur L'HÉMODYNAMIQUE ET ANGIOCINÉTIQUE : L'ouvrage portant ce titre sur l'étude des lois régissant les phénomènes cardiovasculaires, de DOMINGO GOMEZ, 1 vol. in-8, 731 p. 259 fig., bibliographie très importante. Hermann, édit., Paris. Cet ouvrage remarquable est indispensable à qui veut étudier l'hémodynamique, il est divisé en XVII chapitres. On y voit une étude générale des courbes, délimitation des phases du cycle cardiaque, la déformabilité cubique des artères, l'explication par l'auteur de certains phénomènes de la circulation du sang par l'étude des paramètres, les lois régissant les phénomènes en phase de diastile et leur vérification expérimentale, les lois du régime systolique, l'interdépendance des paramètres vitaux. *Pour toutes recherches en ce domaine il faut lire ce livre.*

6° Pour les recherches spécialisées sur le VOL DES INSECTES ET DES OISEAUX lire les fascicules suivants des *Actualités Scientifiques et Industrielles* (Hermann édit., Paris) : n° 584 — *Sécurité Aérienne, Animaux et Machines* de O. OEHMICHEN cité ci-dessus; n° 634, *Propulseurs et Amortisseurs chez les Animaux*, 86 p., 17 fig., 7 planches hors texte — où l'A. traite de l'ossature du mécanisme aéropropulseur chez l'oiseau, ossature du mécanisme du saut et de l'attérissage, hétérocaquie, système de propulsion divers, ...; p° 46, *Cinématographie à 12.000 vues par seconde, avec applications à l'étude du Vol des Insectes* par MAGNAN, 19 p., 20 fig., 1 tableau représentant le poids, la longueur de l'aile, rapport de longueur et largeur, le nombre de battements par seconde, l'amplitude de battement, rapport du temps de l'abaissée au temps de la relevée (compris entre 1, 2 et 2,0) chez 44 espèces étudiées; MAGNAN et STE LAGUE, *Le Vol au point fixe* (n° 60), 31 p., 5 fig. étudiant particulièrement chez l'Insecte l'axe de pivotement, la vitesse angulaire, l'influence de l'angle de battement, la loi KSV², la puissance de vol, la dyssimétrie du battement; nos 65 et 66 *Excédents de puissance des Oiseaux et des Insectes* 25 et 26 p. respectivement.

7° Pour les recherches spécialisées dans la Dynamique des Poissons, utiliser l'ouvrage de Frédéric HOUSSAYE, *Forme, Puissance et Stabilité des Poissons*, in-8°, 372 p., 116 fig., Hermann, édit., Paris 1912, 1re partie : Forme et Mouvements des Poissons; 2e partie : Résistance à l'avancement, Puissance des Poissons, Stabilité des Carènes, lestage dorsal, morphologie dynamique, La nage du poisson comparée à la nage humaine.

8° *Le Moteur Humain*, par J. AMAR, 1 vol. in-16, 622 p., 308 fig, Dunod, édit., Paris 1914, notions de mécanique générale, machine humaine, architecture, moteur musculaire, énergie humaine, fatigue, influence du milieu, technique expérimentale, travail professionnel et outillage. Utile au Biologiste, Hygiéniste, Ingénieur.

Jean Schunck de Goldfiem.

BIBLIOGRAPHIE
ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques et chimiques.

De Broglie (Louis), *Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Problèmes de propagation guidée des ondes électromagnétiques.** — 1 *vol. in-8° de* 111 *p. Gauthier-Villars, éditeur, Paris* (*Prix :* 80 *fr.*).

Les ondes électromagnétiques très courtes, d'une longueur voisine du décimètre, attirent de plus en plus l'attention des techniciens en raison de la facilité avec laquelle il est possible de diriger leur propagation à l'aide de dispositifs variés : guides, cornets ou miroirs. D'où l'intérêt tant théorique que pratique que présente le livre où M. Louis de Broglie a étudié, avec le souci de rigueur et de clarté qui caractérise tous ses écrits, les problèmes relatifs à la propagation des ondes électromagnétiques dans les tuyaux ou cornets, ainsi que la détermination des ondes électromagnétiques stationnaires dont des enceintes à parois métalliques peuvent être le siège. Ces problèmes, dont quelques-uns avaient préoccupé les premiers physiciens qui, après Hertz, avaient étudié les propriétés des ondes électromagnétiques de très courte longueur produites par les oscillateurs alors utilisés, furent ensuite longtemps délaissés par les techniciens de la Radioélectricité. Ils se sont peu à peu imposés à nouveau à l'attention à mesure que le développement des radiocommunications amenait les praticiens à faire usage d'ondes de plus en plus courtes. Les recherches concernant ces problèmes ayant fait l'objet de publications assez disparates dans des recueils d'accès souvent difficile, un exposé d'ensemble destiné à grouper et à coordonner les résultats obtenus apparaissait comme fort utile.

Après une introduction consacrée à des généralités sur les équations de Maxwell, dont il donne la traduction dans divers systèmes de coordonnées en insistant sur une méthode de dérivation des champs développée par M. Borgnis, l'auteur étudie la propagation des ondes dans les guides électriques constitués par des tuyaux rectilignes de section constante à parois métalliques, à l'intérieur desquels se propagent des ondes électromagnétiques. Il considère successivement des guides à section rectangulaire, à section circulaire et à section elliptique en examinant les conditions de stabilité des ondes et calculant la vitesse de phase, la vitesse de groupe et la vitesse moyenne de l'énergie dans les propagations guidées.

Etant donnée une cavité fermée limitée par une surface métallique parfaitement conductrice, à l'intérieur de laquelle peuvent s'établir des états électromagnétiques stationnaires qui constituent les vibrations électromagnétiques propres de cette cavité, M. Louis de Broglie analyse les séries de vibrations du type électrique et magnétique qui peuvent s'établir dans la cavité en se bornant, à cause de la complication des problèmes qui se posent dès que la cavité n'a pas une forme simple, aux exemples particuliers qui présentent le plus d'intérêt pour la radiotechnique des ondes très courtes : vibrations propres d'un parallélépipède rectangle, d'un cylindre circulaire droit, d'un tore à section rectangulaire, d'un tore à section circulaire et d'une sphère.

La conductibilité des parois d'un guide étant toujours finie, il en résulte que les ondes électromagnétiques pénètrent légèrement dans ses parois et y provoquent des courants qui donnent lieu à des pertes d'énergie par effet Joule. Ces pertes se renouvelant tout le long du tube, les ondes éprouvent en se propageant un affaiblissement dont M. Louis de Broglie analyse les modalités par diverses méthodes pour un guide cylindrique; il donne en terminant la théorie du câble diélectrique.

Sous le nom de cornets électriques, on désigne des tuyaux métalliques à section progressivement croissante dans lesquelles se propagent des ondes électromagnétiques. Le type le plus simple de cornet est le cornet conique analogue à un cornet de phonographe, mais des formes plus compliquées ont été envisagées, notamment celle des cornets biconiques; le miroir en forme de paraboloïde de révolution rentre aussi dans la catégorie des cornets. M. Louis de Broglie étudie d'abord les lois de la propagation dans un cornet théoriquement indéfini en envisageant successivement les cornets en forme de cônes circulaires droits, les cornets biconiques, le cornet sectoral et le miroir parabolique.

A l'embouchure des guides ou des cornets se produisent d'importants phénomènes de diffraction ayant pour effet de diminuer le caractère dirigé de la propagation, et qu'il est, par suite, très important de pouvoir évaluer assez exactement. Pour cela, on admet : 1° que la propagation d'ondes, calculée dans le guide ou le cornet d'après les conditions d'excitation, se maintient jusqu'à l'embouchure de manière que les champs aient sur la surface de l'embouchure les mêmes valeurs que si le guide ou le cornet était indéfini; 2° que la diffraction à l'embouchure peut être calculée en assimilant cette embouchure à une ouverture percée dans un écran. M. Louis de Broglie calcule les effets de diffraction pour le cas particulièrement simple des guides à section rectangulaire.

La sèche énumération qui précède ne peut donner qu'une idée très imparfaite du livre que nous analysons. M. Louis de Broglie ne s'est pas borné à grouper les Mémoires relatifs au sujet qu'il s'était proposé de traiter : en de nombreux points, il a simplifié les démonstrations et précisé les hypothèses sur lesquelles elles reposent. Aussi l'ouvrage sera-t-il lu avec le plus vif intérêt par les physiciens ou les radioélectriciens désirant aborder l'étude de

ces problèmes de propagations guidées des ondes électromagnétiques qui présentent aujourd'hui une si grande importance tant du point de vue théorique qu'en ce qui concerne les applications pratiques.

A. BOUTARIC.

Mark (M. G.). — **Amplificateurs basse fréquence; théorie et pratique**, traduit et adapté du russe par W. SOROKINE. — T. I, 1 *vol. de* 250 *p.*; T. II, 1 *vol. de* 123 *p. Paris*, 1941. *Dunod, éditeur*.

Les amplificateurs dont l'étude fait l'objet du livre de M. G. Mark sont destinés à amplifier la puissance d'une source d'énergie dans une large bande de fréquence. Ils comprennent notamment les amplificateurs B. F. utilisés en téléphonie, en radiodiffusion, les amplificateurs des cellules photoélectriques utilisés pour la transmission des images. Ils comprennent généralement une série d'étages, les étages d'entrée et intermédiaires ou étages de tension servant principalement à élever la tension de la source à la valeur nécessaire tandis que l'étage de sortie ou étage de puissance a pour but de fournir dans le circuit extérieur la puissance nécessaire. Ces différents étages sont liés suivant des schémas types : soit liaison par résistance-capacité, soit par inductance B. F., soit par transformateur, l'entrée et la sortie se faisant le plus souvent à l'aide de transformateurs. L'alimentation a lieu soit en série, soit en parallèle, des filtres d'anode et de grille pouvant être interposés pour éviter l'introduction de liaisons parasites par la source commune d'alimentation. Les qualités qui seront exigées d'un amplificateur et que le calcul permet de préciser sont caractérisées par le coefficient d'amplification, rapport entre les tensions de sortie et d'entrée. Ce coefficient étant complexe et fonction de la fréquence, il en résulte des distorsions, distorsions en fréquence amplifiant inégalement les harmoniques de la tension alternative appliquée, distorsion dues à la non linéarité des caractéristiques des lampes et distorsions de phase, importantes surtout dans les amplificateurs des cellules photoélectriques utilisées pour la transmission des images.

Le livre de M. G. Mark est divisé en cinq parties, les trois premières dans le tome I traitant de la lampe et de ses montages dans les amplificateurs tandis que le tome II est consacré d'une part à l'étude et au calcul des transformateurs utilisés et d'autre part à l'étude des amplificateurs à plusieurs étages.

La première partie est consacrée à l'étude du rôle de la lampe dans l'amplificateur, d'une part, fonctionnement de la lampe en amplificatrice plus particulièrement dans le cas où le circuit anodique de la lampe comporte une charge ohmique, dans le cas où la résistance ohmique du circuit d'anode est shuntée par une inductance de résistance nulle en courant continu et infinie en alternatif et dans le cas où le circuit d'anode comporte une charge complexe, et d'autre part, résistance d'entrée de la lampe, importance et action du courant grille de la lampe définie par la capacité entre anode et grille sur le fonctionnement de l'étage précédent et sur le régime de la lampe.

La seconde partie étudie les amplificateurs de tension, d'une part, amplificateurs à liaison par résistance-capacité pour lesquels les formules de calcul montrent qu'il est possible d'obtenir une amplification à peu près constante dans de très larges limites mais que le coefficient d'amplification d'un étage est d'autant plus faible que la bande de fréquence à amplifier est plus large, et d'autre part, amplificateurs à liaison par transformateur et inductance entre les étages.

La troisième partie se rapporte à l'étage final de puissance. Cet étage a pour rôle principal de fournir une certaine puissance dans le circuit extérieur. Cherchant à utiliser la lampe au maximum, on est amené à étudier les différents régimes des lampes utilisées et à choisir le meilleur régime de fonctionnement. Cette étude est faite, d'une part en supposant les caractéristiques linéaires et d'autre part en tenant compte des distorsions introduites par la non linéarité des caractéristiques. Un examen particulier est fait du montage push-pull qui possède notamment la propriété de supprimer les harmoniques paires prenant naissance par suite de la non linéarité des caractéristiques des lampes. Ce montage peut utiliser des lampes « droites » ou triodes normales à grand coefficient d'amplification ou des penthodes. L'étude de l'influence de la non linéarité des caractéristiques montre particulièrement que les distorsions non linéaires n'existent pas dans une triode en fonctionnement à vide tandis que lorsque la tension d'attaque de grille reste la même, le coefficient des distorsions non linéaires est maximum pour le fonctionnement en court-circuit et diminue à mesure que le régime se rapproche de celui de la marche à vide. Le développement détaillé du calcul d'un étage final de sortie à transformateur en fonction du type de la charge extérieure permet de préciser les domaines respectifs d'application des lampes gauches, des penthodes et des lampes droites.

La quatrième partie (T. II) est consacrée au calcul des transformateurs et des inductances. L'étude de la self-induction primaire dans les bobines à noyaux de fer; de la self-induction de dispersion et des pertes dans le fer est utilisée pour le calcul d'un transformateur intermédiaire sans composante continue du flux magnétique, les dimensions du noyau étant données et pour le calcul d'un transformateur intermédiaire ou d'entrée avec composante continue du flux magnétique, les dimensions des tôles étant données.

La cinquième partie étudie les amplificateurs à plusieurs étages. Un des problèmes principaux de leur technique est leur stabilité de fonctionnement. La cause de l'instabilité résultant le plus souvent dans un couplage parasite par les sources communes d'alimentation, l'examen du couplage introduit par la source de tension anodique dans un amplificateur à trois étages et liaison par résistance-capacité et du couplage parasite introduit par la source de polari-

sation permet de préciser les éléments du calcul des filtres de découpage. Les différents étages introduisent également des distorsions en fréquences et en phase. Leurs corrections sont examinées dans les zones de fréquences basses ou élevées, soit uniquement en fréquence en augmentant les distorsions en phase, soit en corrigeant simultanément les distorsions en fréquences et en phase. Enfin un examen sommaire est fait des trois principaux types de schémas d'amplificateurs avec contre-réaction.

G. P.

Polonovski (Michel), **Boulanger** (P.) ,**Cristol** (P.), **Florence** (G.), **Giberton** (A.). **Machebœuf** (M.), **Robert** (H.), **Roche** (J.) et **Sannié** (C.). — **Eléments de Biochimie Médicale.** — *1 vol. 694 p. Masson, éditeur, Paris,* 1941.

Voici un ouvrage volumineux « écrit par des médecins pour des médecins » nous disent les Auteurs dans l'introduction, après avoir cités l'encyclopédiste Venel pour appuyer leur thèse qui nous est chère : l'importance de la chimie en médecine. On peut se demander si neufs auteurs peuvent vraiment former un corps de doctrine, *une équipe* alors que plusieurs sont des Maîtres. Le lecteur ne peut se faire une idée de la question qu'en lisant les 694 pages de ce précis didactique qui se propose de refléter l'état actuel de *toutes* nos conceptions biochimiques assises sur des bases soldies. L'ouvrage s'adresse à des médecins ou à des futurs médecins mais encore à des hommes d'autres disciplines. Remarquons en passant que les Auteurs qui ont tous des noms connus internationalement dans la Biochimie ont pu faire cet ouvrage parce qu'ils sont *et* chimistes, *et* médecins et qu'ils ont collectionné avant les suffrages des compagnies savantes les diplômes de Docteurs es sciences, en pharmacie, etc... et c'est pourquoi les pharmaciens, les biochimistes purs, les vétérinaires, les agronomes liront ce livre avec profit. Le plan de l'ouvrage est bien mené : Etude des Eléments constituants de la matière vivante (composition élémentaire, sels minéraux, glucides, lipides...) Phénomènes chimiques de la Digestion (salive, suc gastrique, digestion, etc...) Métabolismes intermédiaires (oxydations cellulaires, métabolismes des glucides, des lipides, des protides, de l'eau, des matières minérales), Tissus, Humeurs, Sécrétions, Excrétions sont présentes sous le plan chimique. Les échanges nutritifs sont consacrés à la dernière partie.

Signalons de suite que page 688 sont indiqués les *errata* de huit fautes typographiques, ce qui est vraiment peu pour un ouvrage de ce volume, mais la Maison Masson est connue pour le soin qu'elle apporte à la présentation et au fini de ses publications.

L'ouvrage contient de nombreuses formules, beaucoup de tableaux et 56 figures dont une planche en couleurs schématisant la teneur en vitamines d'un certain nombre d'aliments animaux et végétaux.

Ces *Eléments* constituent l'ouvrage parfait d'explications destinées à des étudiants mais nous regrettons néanmoins l'absence de bibliographie, il est vrai bien difficile pour un monument aussi important que la Biochimie, mais surtout nous regrettons que les Auteurs qui ont su si bien citer des chercheurs étrangers aient omis de donner les noms des biochimistes français qui ont apporté leur pierre à l'édifice commun en dehors de ceux de quelques savants siégeant à l'Institut. Et pourtant nos compatriotes ont donné des travaux fertiles, particulièrement dans les phytohormones, les pigments hémoglobinigènes, etc.. et nous aurions aimé trouvé dans un ouvrage français un reflet de Son Empire dans le chapitre « Aliments » par l'indication du chimisme des denrées de nos colonies et des notions de Bromatologie tropicale exposées au moins à la *Société de médecine et hygiène tropicales.*

Cette critique ne retire en rien le respect que nous avons dans la Science des Auteurs et en particulier du Prof. Polonovski qui fut toujours pour nous un Maître bienveillant.

Jean S. de Goldfiem.

Prigogine (I.). — **Contributions à la théorie des électrolytes forts.** — *1 vol. in-8° de 53 pages. Paris,* 1939. *Gauthier-Villars et Cie, éditeur (Prix, broché : 40 fr.).*

Ce volume est le cinquième publié par le Centre de Recherche : « *La Chimie mathématique* », fondé par Th. de Donder.

C'est le grand mérite d'Onsager d'avoir montré que la base statique de la théorie de Debye-Hückel devait être recherchée dans la mécanique statique des systèmes à champ moléculaire. Explicitons ce qu'il faut entendre par là.

Dans le cas d'un système formé par des particules à peu près indépendantes, telles que les particules formant un gaz parfait, l'énergie de chaque particule ne dépend que de sa nature et de la valeur des variables canoniques qui caractérisent son état mécanique. Dans le cas contraire, où les particules exercent les unes sur les autres des interactions notables, l'énergie de chaque particule dépend en définitive des variables canoniques de toutes les particules en présence.

Sans doute peut-on, dans l'étude des gaz réels, simplifier le problème en envisageant successivement la contribution de doublets, de triplets, etc. formés par les molécules, mais une telle décomposition n'est pas possible pour les électrolytes forts à cause de la lente décroissance des actions électrostatiques avec la distance. De là des difficultés inextricables de calcul. Heureusement, il existe une troisième possibilité, celle d'admettre que chaque particule se meut dans un champ créé par l'ensemble des autres particules et de caractériser ce champ par des paramètres $a_{,}..a_{p}$ analogues à ceux par lesquels Gibbs caractérise un champ extérieur. Cette dernière conception apporte une simplification considérable et est à la base de la mécanique statistique des systèmes à

champ moléculaire développée dans le *premier chapitre* de ce travail, où l'auteur étudie ensuite avec soin les conditions de différentielle totale obtenues à partir du théorème d'ONSAGER et qui limitent le domaine d'applicabilité de la mécanique statique des systèmes à champ moléculaire.

Le *deuxième chapitre* est consacré au calcul du champ moléculaire électrostatique des électrolytes en solution. L'auteur met en évidence l'importante hypothèse d'addivité. La méthode de l'alvéole de Th. de DONDER lui permet de passer d'une façon logiquement satisfaisante de l'équation de POISSON-BOLTZMANN à celle de DEBYE-HÜCKEL en même temps qu'elle montre à quel moment précis s'introduit la conception de l'association ionique due à BJERRUM.

Le *troisième chapitre* a trait à la thermodynamique des électrolytes forts en solution diluée. Il y est montré que, contrairement à ce qui avait été admis jusqu'ici, la méthode de la mécanique statistique des systèmes à champ moléculaire n'est applicable qu'à des électrolytes symétriques.

Dans le *quatrième chapitre* l'auteur discute dans son ensemble le problème du domaine de validité de la théorie de DEBYE-HÜCKEL et examine rapidement quelles sont les difficultés qui s'opposent à l'extension de cette théorie vers le domaine des solutions concentrées.

Dans le *dernier chapitre* est développée une théorie nouvelle des solutions concentrées, du moins dans les cas simples d'ions symétriques ne présentant pas de phénomène d'association ionique appréciable.

En résumé, très remarquable travail de Chimie mathématique, qui fait honneur à son auteur, assistant du Fonds Tassel.

E. CATTELAIN.

2° Sciences naturelles.

Jeannel (Dr René). — **Au Seuil de l'Antarctique. Croisière du « Bougainville » aux Iles des Manchots et des Eléphants de mer.** — 1 *vol. in*-8°, 236 *p.*, 27 *fig.*, 16 *pl. Publications du Muséum National d'Histoire Naturelle*, *n°* 5, 1941. (*Prix : 60 fr.*).

De tous temps, l'hémisphère austral a exercé un attrait tout particulier sur les hommes. Sa conquête a duré des siècles, provoquant les plus audacieuses entreprises.

Entre le continent antarctique à peine exploré et les pointes méridionales des autres continents, s'étend le domaine subantarctique, perpétuellement agité par de terribles ouragans; les terres y sont réduites à quelques îles, toujours très petites et éloignées les unes des autres, mal connues. C'est la région des îles fantômes. Il n'y a pas 15 ans (c'était en 1927) que l'Angleterre cédait à la Norvège l'île Bouvet et l'île Thompson. Les acquéreurs s'aperçurent un peu plus tard que l'île Thompson n'avait jamais existé ailleurs que sur certains atlas. D'autres îles sont un peu mieux connues : les Kerguelen, l'île Marion, les Crozet, Saint Paul et la Nouvelle Amsterdam, pour ne parler que des possessions françaises du Sud de l'Océan Indien. Toutefois ces îles désolées, froides, sans arbres, peuplées de phoques et de manchots ne sont guère visitées. En 1939, ce domaine insulaire eut la chance de recevoir la visite du Dr R. Jeannel, venu à bord du « Bougainville », en croisière dans les mers australes. C'est l'objet de l'ouvrage que nous présentons ici.

Nous suivons l'auteur à l'île Marion (probablement française) où il est accueilli par une foule de Manchots et d'Eléphants de mer; à l'île aux Cochons et à la Possession, pendant la couvée des Manchots; aux îles de Kerguelen couronnées de glaciers, fréquentées par les chasseurs de Phoques et de Baleines; Saint-Paul et Amsterdam, célèbres par leurs Langoustes. D'autres chapitres sont consacrés à la vie et aux mœurs des Phoques (Eléphants de mer et Otaries) et des Oiseaux de mer, parmi lesquels les Manchots sont bien les plus curieux. Le livre se termine par des observations sur la flore, la faune et les milieux biologiques, et des vues sur la situation des îles australes d'après les théories de Wegener sur la dérive des continents.

Cet ouvrage, magnifiquement illustré de planches en phototypie, est beaucoup plus qu'un récit de voyage; c'est une étude historique et géographique des îles australes appartenant à la France, écrite par un savant naturaliste. Les résultats strictement scientifiques ont été publiés dans un autre volume, le tome XIV des Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle.

R. FURON.

Joleaud (L.). — **Atlas de paléobiogéographie.** — Préface de Paul LEMOINE. — 1 *vol. relié*, 100 *pl.*, *Lechevalier, éditeur, Paris,* 1941 (*Prix : 225 fr.*).

Le Professeur Léonce Joleaud, mort le 15 avril 1938, avait laissé un ouvrage presque terminé. Sa sœur, Mlle Jeanne Joleaud, a réussi, avec un soin pieux, à utiliser les minutes manuscrites et à les publier, ce dont tous les amis du regretté disparu lui sauront un grand gré. Le Professeur P. Lemoine, décédé lui-même en 1940, a préfacé l'ouvrage, paru en septembre 1941.

En cet Atlas de cent planches, L. Joleaud a représenté les zones de dispersion d'un certain nombre d'organismes fossiles et vivants, dont les aires de répartition géographique sont particulièrement intéressantes au point de vue paléozoologique ou paléobotanique.

La plupart des cartes sont établies sur le fond géographique habituel et quelques-unes seulement selon le schéma de Wegener.

A cet Atlas (malheureusement privé de la dernière mise au point minutieuse de l'auteur lui-même), il manque le volume explicatif qu'il eût souhaité, mais ce volume n'est nullement indispensable à la compréhension.

On est confondu devant la somme de matériaux mis en œuvre pour la réalisation de ces cartes. Des notices accompagnent chaque feuille, expliquant la

mise en place au cours des temps géologiques, de la plupart des groupes. Des tables très détaillées (30 pages), établies par les soins de Mlle Joleaud, permettent de trouver facilement les animaux et les végétaux cités.

On conçoit l'importance d'une telle représentation cartographique pour les biogéographes en particulier.

Connaissant l'œuvre immense et variée de l'auteur, et son influence considérable sur les sciences géologiques, nous ne pouvons que répéter une phrase de la Préface de Paul Lemoine : « C'est peut-être ce travail psothume, qui, parmi toutes les œuvres de Joleaud, restera le plus longtemps et portera son nom à de lointaines générations de savants ». C'est peut-être en effet celui qui apporte la plus importante mise au point graphique, pouvant servir de base solide aux travaux de tous les naturalistes biogéographes.

R. Furon.

3° Art de l'Ingénieur.

Berthelot (Ch.). — **La tourbe, un carburant, un engrais.** Préface de A. Kling. — 1 *vol.*, 122 *p.*, 20 *fig.* *Dunod, éditeur, Paris*, 1941.

Même en période d'abondance, certaines de nos ressources naturelles auraient dû être utilisées. La pénurie actuelle incite à en faire l'inventaire.

La tourbe peut être utilisée comme combustible et comme engrais. Le territoire français possède un million d'hectares de tourbières exploitables, réparties du Nord au Sud et plus particulièrement dans l'Ouest.

Les conditions d'exploitation des tourbières et les traitements à faire subir aux produits bruts sont généralement peu connus en France.

Le petit livre de M. Ch. Berthelot traite de la prospection, de la préparation et de l'exploitation des tourbières, du matériel nécessaire, des prix de revient, des utilisations diverses de la tourbe, de la législation et des coutumes. Ce n'est pas seulement le produit d'études bibliographiques, mais le résultat des observations personnelles de l'auteur, à la mine et à l'usine. C'est donc un ouvrage utile non seulement pour les techniciens, mais pour tous ceux qui seraient tentés d'entreprendre une exploitation.

R. Furon.

Brola (G.). — **Générateurs de vapeur à très haute pression.** — 1 *vol.* 16 × 25 *de* XVI–176 *p. avec* 92 *fig.* *Dunod, Paris*, 1941 (*Prix, broché :* 90 *fr.*).

Au cours de ces dernières années, l'emploi de la vapeur à très haute pression, ses avantages, les économies qu'il entraîne, son influence sur le mode de construction des générateurs, ont fait l'objet de nombreuses publications. L'auteur s'est proposé de réunir les résultats ainsi acquis, dans un ouvrage didactique qui comporte essentiellement une partie théorique et une partie descriptive.

Quoique l'emploi de la vapeur à très haute pression ne se soit jusqu'ici répandu que lentement, la diversité des applications déjà réalisées permet de prédire un avenir brillant à cette branche de la technique; c'est donc une question pleine d'intérêt que traite le livre de M. Brola. Nous avons été surpris toutefois de n'y trouver, à part une simple allusion aux recherches de l'académie Masaryk, aucune indications ur les résultats, cependant fondamentaux, dus aux travaux de la Conférence Internationale des Tables de la Vapeur d'Eau, non plus que sur les tables très précises, récemment publiées aux Etats-Unis (1936), en Allemagne (1937) et en Grande-Bretagne (1939).

Ph. Tongas.

Fontaine (R.). — **La rectification des métaux.** — 1 *vol.* 12 × 21 *de* VIII–117 *p. avec* 61 *fig. Béranger, Paris et Liège*, 1941.

Pratiqué depuis plusieurs siècles à l'aide de meules en grès, le meulage mécanique des métaux subit un grand progrès lors de l'apparition des meules en émeri naturel qui permit la retouche, ou *rectification*, des pièces déformées par la trempe.

Mais la rectification n'entra vraiment dans la pratique industrielle qu'après la découverte, en 1892, du *carborundum*, abrasif artificiel d'une parfaite régularité de composition.

Cette opération, d'un emploi aujourd'hui très répandu, est soumise à des règles maintenant bien définies dont le présent ouvrage donne un exposé clair et intéressant, de caractère pratique.

Ph. Tongas.

Haton de la Goupillière. — **Cours d'exploitation des mines ;** 4e *édition revue et considérablement augmentée par* J. de Berc, *t. V.* — 1 *vol.* 16 × 25 *de* 835 *p. Dunod, Paris*, 1941 (*Prix, broché :* 280 *fr.*).

La réédition, actuellement en cours, de cet ouvrage classique auquel demeure attaché le nom de l'inspecteur général Haton de la Goupillière, doit comprendre six volumes. Le tome cinquième, qui vient de paraître, est divisé en deux parties respectivement consacrées à l'*Epuisement* des eaux dans les usines, et à l'*Aérage* des travaux souterrains. La première constitue une monographie, très complète et à jour, des appareils industriels d'exhaure; son intérêt, débordant le cadre de l'exploitation minière, sera apprécié de tous ceux qui ont à s'occuper du pompage des eaux.

Dans la seconde partie, les problèmes complexes que soulève la question de l'aérage minier, sont étudiés en détail au double point de vue de l'hygiène et de la sécurité; on doit, notamment, y signaler une analyse très remarquable de la constitution de l'atmosphère souterraine et des éléments nocifs qui peuvent la polluer.

Ph. Tongas.

Izart (J.). — **Construction mécanique.** — *60e édition. — 1 vol. 10 × 15 de* XVI-368-XCVI *p., avec* 269 *fig. de la collection des agendas Dunod ; Dunod, Paris,* 1941. (*Prix, relié toile :* 32 *fr.*)

Aucune particularité saillante ne nous a paru distinguer cet utile petit volume de ses prédécesseurs. Nous signalerons toutefois qu'il contient, dans les rappels de mathématiques qui en constituent la première partie, une étude relativement importante des principes de la nomographie, pouvant servir de première initiation à cette belle science.

Ph. TONGAS.

Izart (J.). — **Physique industrielle** ; *21e édition. — 1 vol.* 10 × 15 *de* XXIV-416-XCVI *p. avec* 179 *fig. de la* Collection des agendas Dunod. *Dunod, Paris,* 1941 (*Prix, relié toile :* 32 *fr.*).

Sans méconnaître les difficultés qu'il y a à tenir à jour, dans toutes ses parties, un aide-mémoire qui embrasse un sujet aussi vaste que celui-ci, nous formulerons le vœu, déjà précédemment exprimé ici, que, dans sa prochaine édition, cet excellent manuel fasse état, en ce qui concerne les propriétés de la vapeur d'eau, des plus récents travaux de la *Conférence Internationale des Tables de la Vapeur d'Eau.*

Ph. TONGAS.

4° Divers.

Berg (L.). — **Les régions naturelles de l'U.R.S.S.** (traduction de G. Welter). — *1 vol. in-8° de la* Bibliothèque Géographique, 382 *p.* 2 *croquis, Payot, éditeur. Paris,* 1941 (*Prix :* 60 *fr.*).

La *Bibliothèque Géographique* des éditions Payot avait publié la « Nouvelle Géographie de l'U.R.S.S. », de Nicolas Mikhailov, consacrée surtout à la géographique économique et politique. Le volume de L. Berg, professeur à l'Université de Léningrad, tout différent, traite de la géographie strictement physique des territoires de l'U.R.S.S.

Devant l'impossibilité de donner une description générale d'un pays qui mesure 10.000 kilomètres sur 3.000, l'auteur l'a divisé en régions naturelles : tout d'abord les régions de plaines, puis les zones de montagnes.

Les plaines de l'U.R.S.S. permettent tous les climats et tous les aspects physiques. Allant du Nord vers le Sud, on traverse successivement la toundra glacée et sans arbres, la taïga ou forêt à conifères et tourbières, la forêt mixte (conifères et chênes), la steppe boisée, la steppe, le semi-désert et le désert. Pour chacune de ces zones, l'auteur étudie le climat, le relief, les sols, la flore et la faune.

Il en est de même pour les régions de montagnes : Caucase, Oural, Altaï, Mts Saïan, Sibérie orientale, Kamtchatka et îles arctiques.

Faute de cartes, la lecture de l'ouvrage réclame le secours d'un atlas, mais on est récompensé de cet effort en profitant d'une énorme documentation, inédite en langue française. En dehors des descriptions très complètes, l'auteur donne de nombreuses observations personnelles et aborde des sujets de grand intérêt : les aspects physiques et les raisons d'être de ces aspects, l'évolution des faunes et des flores, la dégradation des sols, de beaux chapitres sur l'Asie centrale. Enfin, la construction même du livre rend sa consultation facile.

R. FURON.

Gourou (Pierre). — **La terre et l'homme en Extrême-Orient.** — *1 vol. in-16 de* 224 *p. avec* 20 *fig. et cartes. — Armand Colin, éditeur, Paris,* 1941.

Le Paysan est à l'ordre du jour. Armand Colin vient de sortir de ses presses un substantiel petit volume sur la paysannerie de l'Extrême-Orient. Avec les Egyptiens et les Indous, ce sont les Chinois qui furent les grands initiés dans l'art d'aménager la nature : l'empire céleste a été savamment morcelé en jardins; chaque jardin sert a élever une famille nombreuse! Pierre Gourou, qui connaît à fond l'Indochine, a eu l'heureuse idée d'étayer, sur une science géographique étendue, les constructions et les différenciations de l'agriculture chinoise dans tout l'Extrême-Orient.

L'ouvrage contient des plans de villages et de maisons; des vues d'ensemble sur la répartition des villages et sur celle, par exemple, des pompes électriques pour l'irrigation au Japon.

René PORAK.

Lolli (E.). — **La conception inductive de la vie.** — *1 vol.* (12 × 18) *de* 127 *p. — Paris, Alcan, éditeur.* (*Prix :* 15 *fr.*)

Cet ouvrage italien, pour le moins original, a été traduit par Mme de Vesme. L'auteur y applique au problème de la vie ses conceptions philosophiques qu'il a condensées dans une œuvre principale. « Le monde comme induction neurique », dont il annonce d'ailleurs la prochaine traduction et publication à la même librairie.

Une introduction, inspirée sans doute de cette œuvre et destinée à initier le lecteur à la doctrine, définit l'induction à partir du sens que le mot reçoit dans les sciences physiques, lequel est ensuite élargi au domaine philosophique. Il va donc sans dire qu'il ne s'agit point ici de l'induction-raisonnement.

Après avoir essayé dans les 2 premiers chapitres de préciser la nature de la vie et le problème qu'elle pose, Lolli s'attache dans les deux suivants a pénétrer le secret de la vie de la cellule et des organismes supérieurs, et il examine la suspension de celle-ci dans un bref chapitre sixième.

Il opte visiblement pour la théorie vitaliste mais il entend la préciser à l'aide de sa doctrine, d'où l'expression de « vitalisme inductif » pour désigner sa position. Il la caractérise brièvement en fin du chapitre VII, tâche de l'éclairer par l'étude des radiations neuriques au chapitre suivant. Le neuvième et dernier du livre est consacré à la transmission et à l'origine de la vie.

La confiance de l'auteur en ses théories suffira-t-elle à convaincre les lecteurs? A tout le moins attendront-ils pour se prononcer de connaître l'exposé d'ensemble de la doctrine inductive qu'on leur promet et dont l'ouvrage présent ne contient qu'une application.

J. D.

Merejkowski (Dimitri). — **Luther.** — *1 vol. in-16 de 216 pages. Gallimard, éditeur, Paris*, 1941.

Bien que cet ouvrage ne puisse être classé dans la littérature « scientifique » il peut néanmoins revendiquer, par l'étude psychologique du caractère de Luther, sa place dans la bibliothèque de tous les scientifiques. Appuyé sur une documentation historique de premier ordre, l'auteur nous promène dans cette période si confuse du début de la Réforme et nous fait vivre le drame intime de conscience de Martin Luther. Il nous donne l'explication de cette « contradiction » que l'on rencontre dans les actes du premier Réformiste et qui l'amena finalement à combattre ses propres adeptes.

G. Doin.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 Août 1941.

J. Dufay : *Une interprétation possible de certaines radiations intenses du ciel nocturne dans la région ultraviolette* : Rattachement au système des bandes de Herzberg de O^2. — **J. Perreu** : *Sur la calorimétrie des solutions aqueuses de borax de sulfate ferreux, de nitrate cuivrique et de nitrate de magnésium.* — **Y. Bentor** : *Sur quelques minéraux des laves de la chaîne des Puys.* Présence de quartz, de kaersutite; de pseudobrookite et d'orthite. — **A. Lepape** : *Sur la formation de la glace en été dans les coulées volcaniques d'Auvergne.* Attribution de la formation de la glace au refroidissement causé par le rayonnement nocturne dans des conditions particulièrement favorables. — **E. Boureau** : *Evolution vasculaire comparée des Ptéridospermées et des Ptéridophytes.*

Séance du 1er Septembre 1941.

G. Julia : *Sur la dualité dans l'espace hilbertien.* — **J. Jamin** : *Sur l'emploi des rapports de pressions comme critères de similitude applicables aux écoulements gazeux.* — **M. Herquet** : *Comportement de la tension superficielle statique des solutions d'oléate de soude en fonction de la concentration.* — **V. Harlay** : *Le couple zinc-nickel dans l'hydrogénation des composés organiques.* — **H. Moureu** et **A-M. de Ficquelmont** : *Sur les tensions de vapeur des chlorures de phosphonitriles et l'existence d'un équilibre entre le caoutchouc minéral et sa vapeur.* — **E. Cattelain** : *Sur les dérivés diméthyles-2-3 et 3-4 de la thiosemicarbazide.* — **J. Bougault** et **P. Chabrier** : *Sur les N-dichloro carbamates.* — **M. Pauthenier** et **E. Brun** : *Méthode électrique permettant la transformation d'un aérosol en organosol.* — **R. Buvat** : *Phénomènes de dédifférentiation épidermique dans les boutures de feuilles de Brimeura amethystina L (Liliacées).* — **R. Gautheret** : *Sur le repiquage des cultures de tissus d'Endive, de Salsifis et de Topinambour.* Réalisation de culture indéfinie dans des milieux nutritifs renfermant des hétéro-auxines. — **M. Déribéré** : *Comportement des feuilles dans l'infrarouge proche, au cours du développement et du séchage.* — **S. Sabetay, L. Trabaud** et **F. Emmanuel** : *Sur quelques constituants de l'essence concrète des feuilles de Tabac (Nicotiana tabacum).*

Séance du 8 Septembre 1941.

1° Sciences mathématiques. — **M. Godefroy** : *Sur la résolution au moyen de fonctions holomorphes de certaines équations intégro-différentielles.* — **C. Chartier** : *Etude expérimentale des tourbillons marginaux d'une aile sustentatrice à bouts rectangulaires.* — **H. Poncin** : *Sur une méthode de prolongement analytique applicable à divers problèmes d'hydro et d'aérodynamique.* — **P. Humbert** : *Solution graphique de l'équation de Képler.*

2° Sciences physiques. — **J. Perrin** : *L'âge de l'univers.* Parmi les théories proposées, l'échelle longue (15 trillions d'années) doit être acceptée. — **R. Fosse, R. de Larambergue** et **J. Gaidon** : *Synthèse d'une substance cyanogénétique par oxydation de l'aldéhyde formique et de l'ammoniaque.* — **G. Claude** : *Sur la fabrication du sulfate d'ammoniaque par le gypse et sur quelques réflexions concernant la conception inventive.* — **J. Reboul** : *Nouvelles expériences sur les semi-conducteurs et sur leur rôle en électrophysiologie.* — **D. Cavassilas** : *Irrégularités de fonctionnement de certaines cellules photoélectriques à vide.* — **J. Daudin** : *Nouvelles expériences sur la création par le rayonnement cosmique de corpuscules pénétrants de grande divergence.* — **J. Loiseleur** : *Sur le pouvoir émulsif des acides α-aminés.* — **H. Gault** et **Ki-Wei Hong** : *Recherches dans la série de la cyclohexanone. Acides homo-nor-camphorique et nor-bornéol-carboxylique.* — **A. Tchitchibabine** : *Sur l'anhydride mixte des acides salicylique et carbonique benzo-1, 3-dioxanedione.*

3° Sciences naturelles. — **V. Frolow** : *Les pentes des marigots du Faguibine (1937-38).* — **G. Déjardin** : *Présence possible de bandes du système de Lyman de la molécule d'azote dans le rayonnement ultraviolet du ciel nocturne.* — **A. de Cugnac** : *Réalisation expérimentale d'une variété nouvelle chez une graminée semi-éteinte* : variété nouvelle de Bromus arduennensis. — **C. Mettetal** : *Inhibition de la gastrulation par le froid chez l'Oursin Paracentrotus lividus Lk.* — **O. Dubosq** et **P. P. Grassé** : *L'appareil flagellaire des Trichonymphines.* — **J. Millot** : *Observations sur le rachitisme dans la race noire.*

Séance du 15 *Septembre* 1941.

P. Renaud : *Sur les piles symétriques.* — **M. Déribéré** : *Action de liquides absorbés par des solides sur leurs pouvoirs réflecteurs dans l'infrarouge proche.* — **P. Auger, R. Maze** et **R. Chaminade** : *Une démonstration directe de la désintégration spontanée du méson.* — **L. Capdecomme** et **M. Orliac** : *Sur le polissage du zinc. Applications cristallographiques.* — **E. Chatton** et Mlle **O. Tuzet** : *Sur quelques faits nouveaux de la spermiogenèse du Lumbricus terrestris.* — **R. Raymond-Hamet** : *Sur un alcaloïde à action excito-respiratoire.*

Séance du 22 *Septembre* 1941.

J. Dufresnoy : *Sur les fonctions méromorphes à caractéristique bornée.* — **A. Fortier** et **G. Reminieras** : *Sur l'emploi des pertes de charges concentrées pour l'étude des ondes de gravité dans les canaux et rivières.* — **J. M. Oudin** : *Sur deux nouvelles formules pascales en fonction du millésime.* — **J. Bougault** et **P. Chabrier** : *Sur les N-dichlorocarbamates réactions de chloration.* — **J. Rouch** : *Echantillons d'eau de mer recueillis dans l'Océan Indien Austral par l'Aviso Bougainville.* — **A. Chevalier** et **F. Chesnais** : *Sur les domaties des feuilles de Juglandacées.* — **V. Hasenfratz** : *Sur la pseudotanghinine, nouvelle substance cristallisée extraite des noix de Thanghinia venénifera.* — **P. Joyet-Lavergne** : *Le rôle de la vitamine B_2 (lactoflavine) dans la capacité d'utilisation du glucose par la cellule vivante au cours de la respiration.* — **M. Avel** : *La régénération de la tête des Lombrics en l'absence du tube digestif.*

Séance du 29 *Septembre* 1941.

1° Sciences mathématiques. — **M. Decuyper** : *Sur les couples de surfaces admettant mêmes directrices de Wilczynsky.* — **A. Denjoy** : *Sur les nombres transfinis.* — **D. Riabouchinsky** : *Etude théorique et expérimentale des jets gazeux supersoniques.* — **P. Vernotte** : *Sur la représentation d'une fonction expérimentale par une fraction rationnelle.*

2° Sciences physiques. — **M. Delépine** et **M. Badoche** : *Sur le deuxième acide dl-époxy-2. 6 heptène 3 carboxylique-3.* — **H. Martin-Frère** : *Oxydes supérieurs de bismuth et bismuthates.* — **A. Berlande** : *Sur une préparation synthétique des 3-alcoyl ou arylcyclohexenes.1.* — **G. Charpy** : *Sur les traitements thermiques des aciers.*

3° Sciences naturelles. — **G. Choubert** : *Sur la transgression mésocrétacée et l'évolution de la chaine hercynienne sud-marocaine à travers le secondaire.* — **P. Despujols** : *Sur quelques applications géologiques de la théorie de l'élasticité.* Explication de l'origine et de l'extension des filons. — **A. Robaux** : *Niveau d'eau sous pression aux points bas du contact des terrains perméables recouverts par des terrains imperméables.* — **F. Grandjean** : *Sur la priorité dans les groupes d'organes homéotypes qui évoluent par tout ou rien.* — **R. Souèges** : *Embryogémie des Polygalacées. Développement de l'embrion chez le* Polygala vulgaris L.

Séance du 6 *Octobre* 1941.

A. Fortier : *Sur la mesure des débits de rivière au moyen d'échelles limnimétriques.* — **O. Yadoff** : *Sur un procédé de mesure des très hautes tensions.* Amélioration du voltmètre tournant s'électrisant à distance par influence des conducteurs de MM. P. Kirpatrick et I. Miyake. — **A. Demay** : *Sur les relations des granites, aplites, microgranites et rhyolites de l'extrémité Est du massif de Guéret et sur le problème de leur genèse.* — **R. Echevin** : *L'évolution du complexe pecto-cellulosique dans les fruits conservés par le froid.* — **M. Avel** : *Origine intrinsèque des facteurs de la symétrie bilatérale dans les régénérats de tête chez les Lombrics.* — **P. Giroud** et **R. Panthier** : *Il est possible de cultiver et de conserver par passages sur poumon de Lapin une souche de typhus épidémique européen.*

Séance du 13 *Octobre* 1941.

1° Sciences mathématiques. — **G. Julia** : *Sur la dualité dans l'espace hilbertien et sur le domaine des valeurs des opérateurs bornés de quatrième classe.* — **D. Riabouchinsky** : *Commentaires sur la théorie des ondes planes.* Validité des théories de Riemann et Lamb sur la propagation des ondes longues dans un canal. Observations sur un jet gazeux rencontrant un disque orthogonal à l'axe du jet. — **R. Jamin** : *Sur la similitude aérodynamique dans les moteurs et les compresseurs.*

2° Sciences physiques. — **C. Magnan** : *Sur un amplificateur d'ionisation à coïncidences.* Amplificateur permettant les mesures simultanées des énergies des deux fragments dont les expériences de bipartition du noyau d'uranium provoquée par des neutrons. — **R. Daudel** : *Sur la rupture des liaisons homopolaires sous l'influence des émissions particulaires dans les composés du sélénium.* — **M.-F. Taboury** et **E. Gray** : *Une méthode de dosage de l'étain en présence d'antimoine et de plomb* — Mlle **J. Longuet** : *Formation des ferrites de nickel de cobalt et de zinc à basse température.* — **A. Berlande** : *Sur un cyclohexénylcyclohenène ou bicyclohénényle.* — **J. Bougault** et **P. Chabrier** : *Sur les N-dichlorocarbamates (Réactions mixtes).*

3° Sciences naturelles. — Mlle **S. Caillère** : *Sur une argile adsorbante recueillie dans les cinérites rhyolitiques de la Bourboule (Puy-de-Dôme).* — **G. Choubert** : *Sur la présence d'une pénéplaine ancienne dans le Sud marocain.* — **P. Despujols** : *Intervention des phénomènes thermiques dans quelques applications géologiques de la théorie de l'élasticité* : mécanisme de la naissance des filons dans le cas ou l'effet de la température est prépondérant. — **J. Bricard** : *Lumière diffusée en avant par une goutte de brouillard.* — **P. Queney** : *Etude du spectre de mobilité des gros ions atmosphériques.* — **P. Bertrand** : *Remarques sur l'organisation générale des Clepsydropsis.* — **C. Primot** : *Sur un procédé général de dissolution des ciments pectiques intercellulaires et son application au dégommage des fibres textiles.* — **G. Austerweil** : *Méthode simplifiée de détermination de la capacité d'échange des sols.*

Séance du 20 Octobre 1941.

1° Sciences mathématiques. — **A. Lichnerowicz** : *Sur l'intégration des équations d'Einstein.* — **Ky Fan** : *Sur les ensembles possédant la propriété des quatre points.* — **M. Fréchet** : *Les fonctions asymptotiquement presque périodiques continues.* — **P. Baize** : *Orbite de l'étoile double Furuhjeln 46.* — **A. Caquot** : *Sur la quantité des eaux pluviales à écouler dans les agglomérations urbaines modernes.* Etude de la capacité et du temps d'écoulement d'un réseau en utilisant les résultats des observations pluviométriques pour l'établissement de lois de ruissellement.

2° Sciences physiques. — Mlle **J. Foret** : *Paramagnétisme des ferrites de Calcium hydratés.* — Mlle **S. Guinand** et **B. Vodar** : *Absorption ultraviolette et décomposition photochimique des solutions aqueuses d'acide ascorbique dans l'ultraviolet.*

3° Sciences naturelles. — **R. Souèges** : *Embryogénie des Fumariacées. L'origine du corps de l'embryon chez le Fumaria officinalis L.* — Mlle **M. Morel** : *Teneur de quelques végétaux en vitamine antipellagreuse (amide de l'acide nicotinique).* — **S. Métalnikov** : *Utilisation des microbes dans la lutte contre les insectes nuisibles* ; Résultats de l'emploi de bactéries sporogènes dans la lutte contre les insectes des vignobles. — Mlle **M. Friant** : *La régression des éléments de la deuxième denture au cours de l'évolution chez les Probocisdiens.* — Mlle **M.-T. Régnier** : *Action androgène de la prégnéninolone sur les caractères sexuels secondaires.* — **Y. Manouélian** : *Spirille du Sodoku et granule spirillogène.* — **G. Blanc** et **M. Baltazard** : *Transmission du bacille de Whitmore par la puce du Rat Xenopsylla cheopis.*

Séance du 27 Octobre 1941.

1° Sciences mathématiques. — **A. Lichnerowicz** : *Sur l'intégration des équations de la relativité.* — **R. Lagrange** : *Propriétés différentielles des courbes de l'espace conforme à 2 dimensions.* — **R. Fortet** : *Sur la résolution des équations paraboliques linéaires.* — **Ou Tchen Yang** : *Surfaces de Riemann régulières de points de ramification donnés.* — **D. Belorizky** : *Chocs d'une nouvelle espèce dans le problème des trois corps.* — **J.-M. Oudin** : *Formule pascale généralisée applicable aux deux Calendriers et étude des cas exceptionnels grégoriens.* — **J. Ronbaud-Valette** : *La transformation de Lorentz et la mécanique ondulatoire.* — **A. Caquot** : *Sur la puissance d'entraînement d'un flot liquide à débit variable.* Dans la recherche de la forme de canalisations se maintenant nettes par leur fonctionnement même on montre que la section ovoïde peut être utilisée avec une pente qui est seulement les 7/10 de celle des tuyaux circulaires.

2° Sciences physiques. — Mlles **G. Delivre, M. Tintant. MM. P. Guénin** et **B. Vodar** : *Absorption des solutions aqueuses d'ammoniac dans l'ultraviolet.* — **I. Loiseleur** et **I. J. Lamarca** : *Sur le pouvoir émulsif des Protéides.* — **Y. R. Naves** et **B. Angla** : *Description analytique des huiles essentielles par mesure de l'effet de solvant sur leur pouvoir rotatoire.* — **M. Paic** : *Semi-microradiographie, moyen d'investigation en métallographie.* — **A. Chrétien** et **K. Nielsen** : *Sur l'oxydation du sulfure de magnésium par le gaz carbonique.* — Mlle **J. Longuet** : *Etude du rôle de l'eau dans les réactions à basse température entre le sesquioxyde de fer et les monoxydes métalliques.* — **J. Décombes** : *Synthèses au moyen des cétones β-chloréthylées.* — **C. Mentzer** : *Action de l'hypobromite de potassium sur l'α-benzyl α-α' diméthylacétamide.*

3° Sciences naturelles. — **V. Romanovsky** : *Sur un appareil permettant la détermination de la conductibilité thermique des sols.* — **G. Choubert** : *Sur les déformations de la surface hammadienne et sur les mouvements atlasiques récents dans l'anti-atlas.* — **P. Queney** : *Ondes de gravité produites dans un courant aérien par une petite chaîne de montagnes.* Existence d'une succession de zones d'ascendance et de trous d'air au-dessus de la chaîne. — **L. Millat** : *Toxicité des coques de cacao et influence de celles-ci sur la toxicité de la caféine.* La coque de cacao faiblement toxique diminue la toxicité de la caféine quand on l'adjoint à celle-ci. — **C. Mettetal** : *Formation du mésenchyme secondaire en l'absence de la gastrulation chez l'Oursin Paracentrus lividus Lmk.*

Séance du 3 Novembre 1941.

1° Sciences mathématiques. — **L. Roy** : *Sur le frottement de roulement.* — **M. Fréchet** : *Sur le théorème ergodique de Birkhoff.* — **S. Vladimirsky** : *Sur la théorie de l'aile à fente.*

2° Sciences physiques. — **G. Denigès** : *Nouvelles combinaisons du cyanure de mercure avec les halogénures alcalins. Leurs applications analytiques.* — **J. Perreu** : *Sur la calorimétrie des solutions aqueuses d'alun ordinaire, de chlorure de magnésium et de chlorure cuivrique.* — **M. Séjille** et **E. Morlet** : *Influence de la structure sur la résistance au fluage d'un acier austénitique.* — **L. Bert** : *Nouvelle synthèse du thymol.* Préparation à partir du nitro-3-p-cymène. — **P. Bert** : *Sur un nouveau mode de préparation de carbures benzéniques ω-chlorallylés.* — Mlle **M. Montagne** et **MM. Roch** : *Cyclisation en quinoléines des anilinométhylène-cétones aromatiques.* La cyclisation des anilinométhylènes cétones est facilité par l'introduction dans la molécule du groupement $> C = NC^6H^5$. Préparation de la phényl-2-éthyl-3-quinoléine.

3° Sciences naturelles. — **A. Chevalier** et **F. Chesnais** : *Nouvelles observations sur les domaties des feuilles des Juglandacées.* — **C. Roehrich** : *Sur la constitution du bri charentais.* — **F. Diénert** : *Méthode différentielle de prospection électrique du sous-sol.* — **L. Plantefol** et **R. Gautheret** : *Sur l'intensité des échanges respiratoires des tissus végétaux en culture : tissu primitif et tissu néoformé.* — Mlle **M. L. Verrier** : *Pontes aberrantes chez les Ephémères et conséquences biologiques.*

Le Gérant : Gaston Doin

Sté Gle d'Imp. et Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 2-42.